

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

ANA ŽMIRE

**PRIMJENA METODA KRAJOBRAZNE  
EKOLOGIJE U KRAJOBRAZNOM  
PLANIRANJU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2016

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET  
KRAJOBRAZNA ARHITEKTURA

ANA ŽMIRE

**PRIMJENA METODA KRAJOBRAZNE  
EKOLOGIJE U KRAJOBRAZONOM  
PLANIRANJU**

DIPLOMSKI RAD

Mentor: doc.dr.sc. Sonja Butula

Neposredni voditelj: Dora Tomić, mag. ing. prosp. arch.

Zagreb, 2016

UNIVERSITY OF ZAGREB  
FACULTY OF AGRICULTURE  
LANDSCAPE ARCHITECTURE

ANA ŽMIRE

**THE APPLICATION OF LANDSCAPE  
ECOLOGY METHODS WITHIN THE  
LANDSCAPE PLANNING**

MASTER THESIS

Mentor: Dr. Sonja Butula, Assistant Professor

Direct supervisor: Dora Tomić, MLA

Zagreb, 2016

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana \_\_\_\_\_ s ocjenom

\_\_\_\_\_ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Doc. dr. sc. Sonja Butula \_\_\_\_\_
2. Prof. dr. sc. Mladen Kerovec \_\_\_\_\_
3. Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić \_\_\_\_\_
4. Dora Tomić, mag. ing. prosp. arch. \_\_\_\_\_

*Zahvaljujem svojoj mentorici, docentici Sonji Butuli, na pruženoj prilici, ukazanom povjerenju i za sve savjete i pomoć tijekom izrade ovog rada.*

*Zahvaljujem Dori Tomić na stručnom vodstvu, usmjeravanju i pomoći, a posebno na prijedlogu teme i moralnoj podršci.*

*Zahvaljujem svim djelatnicima, a posebno profesorima i asistentima, Zavoda za ukrasno bilje, krajobraznu arhitekturu i vrtnu umjetnost na stečenom znanju i vještinama koje sam stekla tijekom studija.*

*Veliko hvala mojim roditeljima na neiscrpnom razumijevanju, podršci i strpljenju tijekom svih godina mogeg studiranja. Bez njih ovaj rad ne bi bio moguć niti ostvaren. Ovaj rad posvećujem njima.*

*Hvala Vam!*

## SAŽETAK

Udaljavanje od poimanja krajobraza kao prostora dominiranog vizualnim atributima ka dinamičnoj i sveobuhvatnoj percepciji krajobraza kao holističkog entiteta pridonosi njegovom boljem razumijevanju. Načine kako postići održivost krajobraza moguće je naći u krajobraznoj ekologiji i krajobraznom planiranju. To su usko povezani interdisciplinarni pristupi istraživanju krajobraza, te međuodnosa prirodnih i antropogenih procesa u prostornom i vremenskom kontekstu. Znanja o posljedicama koje ljudske aktivnosti imaju na okoliš krajobrazno planiranje iskorištava kako bi se izbjegle buduće devastacije, ispravile prošle pogreške, te stvorilo i održalo zdrave i zadovoljavajuće uvjete za život čovjeka i drugih vrsta. Osnovna svrha krajobraznog planiranja je očuvanje temeljnih vrijednosti krajobraza dok ga se prilagođava sve zahtjevnijim potrebama čovjeka. Doprinos krajobrazne ekologije u tom procesu je u razumijevanju strukture i funkcije krajobraza, te njihovih promjena kroz vrijeme, kao osnovnog razloga heterogenosti krajobraza. Krajobraz je naše naslijeđe, i neophodno je razumjeti ga i održivo planirati, kako bismo ga mogli predati na korištenje budućim generacijama.

U ovom radu prikazana je mogućnost korištenja krajobraznih metrika u procesu analize ranjivosti kvaliteta krajobraza pomoću višekriterijske analize prostora. Krajobrazne metrike korištene su kao temelj za objektivno kvantitativno vrednovanje prostorne strukture krajobraza, kao pokazatelja njegovog ekološkog stanja, te su preduvjet za proučavanje njegove funkcije i promjene u nekom određenom vremenu. Krajobrazne metrike predstavljaju dodatni alat krajobraznim planerima pomoću kojeg, uz ograničeno znanje o ekološkim procesima, i pažljivim odabirom kriterija, mogu objektivno i kvantitativno procijeniti i opisati ekološko stanje krajobraza na temelju njegove strukture.

**KLJUČNE RIJEČI:** *održivi razvoj i zaštita; kvalitete krajobraza; optimizacija; krajobrazne metrike; višekriterijska analiza*

## SUMMARY

Moving away from the notion of the landscape as a space dominated by visual attributes to a more dynamic and comprehensive perception of the landscape as a holistic entity, contributes to its better understanding. Ways to achieve a sustainable landscape can be found in landscape ecology and landscape planning. These are closely related interdisciplinary approaches to studying the landscape and the interrelationships between natural and anthropogenic processes in spatial and temporal context. Knowledge about the effects of human activities on the environment is exploited by landscape planning to avoid future devastation, correct past mistakes, and to create and maintain a healthy and satisfactory living conditions for humans and other species. The primary purpose of landscape planning is to preserve the fundamental values of the landscape while it is adapted to the increasingly demanding human needs. The contribution of landscape ecology in this process is in the understanding of structure and function of the landscape, and their changes over time, as the main reason of the landscape heterogeneity. Landscape is our heritage, and it is necessary to understand it and sustainably plan it so we could hand it over to the future generations.

This paper presents the possibility of using landscape metrics in the process of vulnerability analysis of landscape qualities by using the multi-criteria spatial analysis. Landscape metrics were used as the basis for an objective quantitative evaluation of spatial structure of the landscape, as an indicator of its ecological condition and are prerequisites for the study of its function and change in a given time. Landscape metrics represent an additional tool for landscape planners who, with limited knowledge about ecological processes and with careful selection of criteria, can use it to objectively and quantitatively assess and describe the ecological condition of the landscape based on its structure.

**KEY WORDS:** *sustainable development and protection; landscape qualities; optimization; landscape metrics; multi-criteria analysis*

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Problem rada.....	2
1.2. Cilj rada .....	2
2. METODE I MATERIJALI .....	4
2.1. Primjena krajobraznih metrika u procesu analize ranjivosti krajobraza.....	4
2.2. Koncept ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza šireg područja rijeke Krke.....	5
2.3. Krajobrazne metrike korištene za analizu ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza ..	8
3. TEORIJSKA POLAZIŠTA.....	13
3.1. Definicija krajobraza .....	13
3.1.1. Funkcije krajobraza .....	15
3.2. Krajobrazno planiranje .....	16
3.3. Krajobrazna ekologija.....	19
2.3.1. Struktura krajobraza .....	21
2.3.2. Krajobrazne metrike .....	23
3.4. Krajobrazno planiranje, krajobrazna ekologija i održivi razvoj i zaštita.....	30
4. REZULTATI.....	35
4.1. Ranjivost kvaliteta krajobraza iz prethodnog i ovog istraživanja.....	37
4.2. Nepromijenjene površine pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje...	38
4.3. Promijenjene površine pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje .....	39
4.4. Razlike Pristupa 1 u odnosu na prethodno istraživanje .....	40
4.5. Razlike Pristupa 2 u odnosu na prethodno istraživanje .....	41
4.6. Razlike Pristupa 3 u odnosu na prethodno istraživanje .....	42
5. ZAKLJUČAK .....	45
PREGLED LITERATURE .....	47
PREGLED SLIKA, GRAFIČKIH PRIKAZA I TABLICA .....	55



PRILOG I – Rezultati izračuna krajobraznih metrika za kriterije površina zakrpi, oblik zakrpi, količina jezgre, udaljenost zakrpi, prepreke, fragmentiranost krajobraza i prostorni raspored elemenata.....	57
PRILOG II – Rezultati izračuna krajobraznih metrika za kriterij raznolikost .....	63
ŽIVOTOPIS AUTORA.....	64

## 1. UVOD

Krajobraz je dinamična heterogena tvorevina međusobno povezanih ekosustava, cjelina koju čine i prirodni i antropogeni procesi koji se u njemu odvijaju. Prostorna heterogenost unutar i između ekosustava utječe na funkcioniranje individualnih ekosustava jednako kao i cijelih regija (Chapin III i sur., 2011).

Put k pronalasku pravog karaktera krajobraza leži u razumijevanju načina na koji se njegove funkcije mijenjaju i u kakvoj su interakciji sa životom koji podupiru, a jedna od glavnih značajki tog razumijevanja je da je krajobraz više dinamičan nego što je statičan, s formama i značajkama koje su u stalnom procesu promjena (Marsh, 1991). Krajobrazi su se stoljećima postepeno razvijali, u ritmu godišnjih doba i prirodnih sila koje su održavale ravnotežu između ljudi, biljaka i drugih vrsta, ali je na većem dijelu Zemljine površine ta ravnoteža poremećena ljudskim aktivnostima, napredujućom tehnologijom i sve većim porastom broja ljudi (Crowe, 1969). Na globalnoj razini ne manjka upozorenja na negativne posljedice ljudskog djelovanja na krajobraz, pogotovo globalno zatopljenje, osiromašenje ozonskog sloja i razarajućih posljedica povećane radijacije na sustave koji podržavaju život, dezertifikaciju krajobraza, smanjenje biološke raznolikosti, te učinka povećanog porasta broja stanovništva na dostupne resurse (Ndubisi, 2002). Upravo iz tih globalnih problema koji remete ravnotežu proizašao je koncept održivosti, odnosno mogućnost Zemlje da održi i podrži život i da opstane kao sustav (Botequilha-Leitão i Ahern, 2002). Iz toga proizlazi da je cilj održivog razvoja zadovoljavanje potreba današnjih naraštaja, a da se pritom ne ugrozi mogućnost budućih naraštaja u zadovoljavanju njihovih potreba (UNCED, 1992). Održivi razvoj uključuje komponente: zaštite okoliša, socijalnu i ekonomsku, a upravo krajobraz pruža kontekst za takav razvoj. Termorshuizen i sur. (2007) opisuju te tri komponente u kontekstu krajobraza kao: eko-fizička (definirana geografskim uzorcima i ekološkim procesima), društvena (definirana parametrima ljudske percepcije, namjene zemljišta, te fizičkog i mentalnog zdravlja) i ekonomska (definirana kapacitetom krajobraza da proizvede ekonomske vrijednosti). Nadalje, Opdam i sur. (2006) ističu da je krajobraz ekološki održiv: 1. kada struktura krajobraza podržava nužne ekološke procese, kako bi krajobraz mogao isporučiti svoje prirodne dobrobiti i usluge sadašnjim i budućim generacijama, 2. kada se krajobraz može mijenjati tijekom vremena bez gubitka svojih ključnih resursa, i 3. kada su dionici uključeni u donošenje odluka o funkcijama i uzorcima krajobraza. Kako bi se postigla

održivost u krajobrazu potrebno je očuvati njegove inherentne kvalitete i vrijednosti, prirodne resurse, bioraznolikost, prirodna staništa i vodene površine, te kulturno naslijeđe koje se sastoji od materijalnih objekata i nematerijalnih vrijednosti (Antrop, 2006).

Rješavanje ekološko planerskih problema poput fragmentacije staništa, očuvanja prirodnih staništa, te upravljanja resursima uslijed sve većih potreba za urbanizacijom i sve izraženijih klimatskih promjena, u svrhu postizanja održivog razvoja, moguće je jedino međusobnom suradnjom i razmjenom znanja različitih disciplina. Interdisciplinarnost (krajobrazna ekologija – krajobrazno planiranje) je platforma iz koje se polazi u ovom radu. Ekologija pruža neophodna znanja o interakcijama između organizama i njihovog fizičkog okoliša, dok se planiranje bavi interakcijom čovjeka i okoliša kojeg je i sam sastavni dio (Holling i Goldberg, 1971). Znanja o posljedicama koje ljudske aktivnosti imaju na okoliš krajobrazno planiranje iskorištava kako bi se izbjegle buduće devastacije, ispravile prošle pogreške, te stvorilo i održalo zdrave i zadovoljavajuće uvjete za život čovjeka i drugih vrsta. Osnovna svrha krajobraznog planiranja je očuvanje temeljnih vrijednosti krajobraza dok ga se prilagođava sve zahtjevnijim potrebama čovjeka. Doprinos krajobrazne ekologije u tom procesu je u razumijevanju strukture i funkcije krajobraza, te njihove promjene kroz vrijeme, kao osnovnog razloga heterogenosti krajobraza. Krajobraz je naše naslijeđe, i neophodno je razumjeti ga i održivo planirati, kako bismo ga mogli predati na korištenje budućim generacijama.

### **1.1. Problem rada**

Krajobrazna ekologija i krajobrazno planiranje još su uvijek u razvoju kao zasebne znanstvene discipline. Stoga, unatoč činjenici da su primjenjivi koncepti u svijetu razvijeni, trenutno nema jasno definiranih procedura pomoću kojih bi se u Hrvatskoj krajobrazna ekologija mogla cjelovito implementirati u proces krajobraznog planiranja, a time i proces prostornog planiranja.

### **1.2. Cilj rada**

Cilj rada bio je ukazati da su krajobrazna ekologija i krajobrazno planiranje usko povezani interdisciplinarni pristupi istraživanju krajobraza i međuodnosa prirodnih i antropogenih procesa u prostornom i vremenskom kontekstu. Kako bi se razriješilo konflikte koji za posljedicu imaju fragmentaciju staništa, degradaciju prirodnih površina, neracionalno

iskorištavanje prirodnih resursa, u ovom radu prikazana je mogućnost primjene krajobraznih metrika. Krajobrazne metrike korištene su u svrhu utvrđivanja i razumijevanja strukture krajobraza kao temelja za razvoj i zaštitu u postupku analize ranjivosti krajobraza, koja služi kao dio optimizacijskog postupka u krajobraznom planiranju. Cilj primjene ove metode bio je ustanoviti koliko ovakav pristup doprinosi ili ne doprinosi dosadašnjem vrednovanju u procesu analize ranjivosti kvaliteta nekog područja.

## **2. METODE I MATERIJALI**

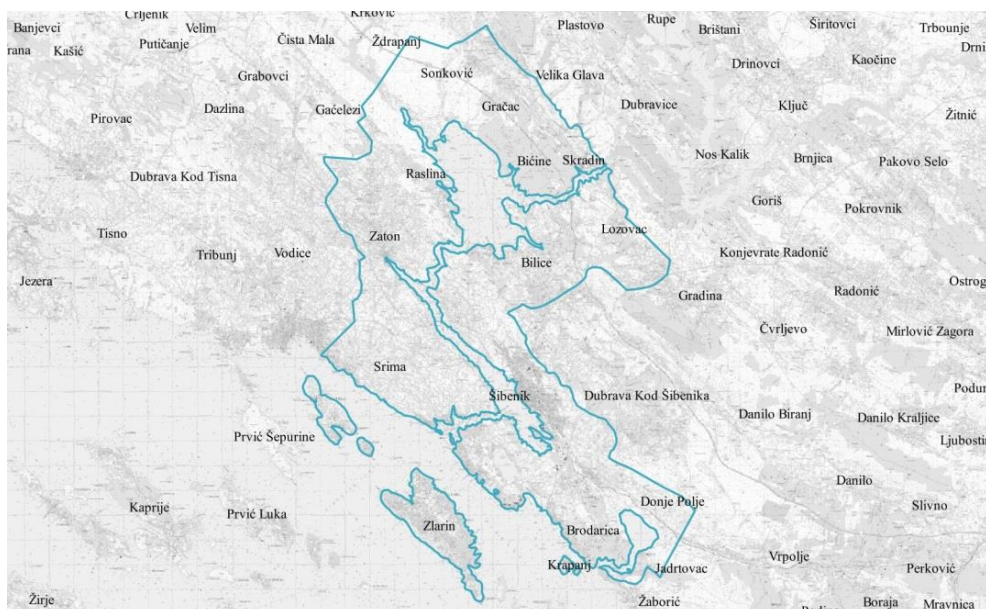
### **2.1. Primjena krajobraznih metrika u procesu analize ranjivosti krajobraza**

U ovom radu provedena je analiza ranjivosti kvaliteta krajobraza pomoću višekriterijske analize, koja je karakteristična za proces krajobraznog planiranja. Analiza ranjivosti kvaliteta krajobraza služi kao temelj za zaštitu krajobraza tijekom koje se analizom potencijalnih negativnih utjecaja razvoja nekog zahvata na postojeće kvalitete krajobraza utvrđuju ranjiva i vrijedna područja koje je potrebno zaštititi (Tomić i Butula, 2011). Za razliku od uobičajenog postupka analize ranjivosti kvaliteta krajobraza pomoću kojeg se utvrđuju moguće degradacije prirodnih, vizualnih i kulturnih kvaliteta, te kvaliteta prirodnih resursa u nekom krajobrazu, za potrebe ovog istraživanja korištene su krajobrazne metrike kako bi se utvrdila ranjivost ekoloških kvaliteta krajobraza. Istraživanje je provedeno na širem područje rijeke Krke (Slika 1), a dobiveni rezultati uspoređeni su s rezultatima prethodnog istraživanja provedenog na istom području (Tomić i sur., 2015). Cjelokupni proces istraživanja moguće je podijeliti u četiri zasebne faze:

1. definiranje koncepta ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza, odnosno njegovih strukturnih elemenata određivanjem kriterija ranjivosti prostora s obzirom na razvoj djelatnosti mediteranskog voćarstva,
2. odabir i izračun krajobraznih metrika za strukturne elemente krajobraza, te njihovo vrednovanje prema postavljenim kriterijima (površina zakrpi, oblik zakrpi, količina jezgre, udaljenost zakrpi, prepreke, fragmentiranost krajobraza i prostorni raspored elemenata, raznolikost),
3. višekriterijska analiza strukturnih elemenata krajobraza koja se temelji na vrednovanju strukturnih elemenata krajobraza s obzirom na dobivene rezultate krajobraznih metrika prema postavljenim kriterijima (površina zakrpi, oblik zakrpi, količina jezgre, udaljenost zakrpi, prepreke, fragmentiranost krajobraza i prostorni raspored elemenata, raznolikost),
4. kartografska i numerička usporedba dobivenih modela ranjivosti kvaliteta krajobraza s modelom ranjivosti kvaliteta krajobraza iz prethodnog istraživanja, čime su dobivene matrice koje usporedno prikazuju postotne udjele nepromijenjenih i promijenjenih površina pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje.

Navedeni postupci provedeni su i rezultati kartografski prikazani korištenjem računalnih programa ProVal, ArcGIS i QGIS, a za usporedbu dobivenih rezultata korištena je metoda deskriptivne statistike. Podmodeli ranjivosti kvaliteta krajobraza međusobno su preklapani u programu ProVal naredbom Multi sum. Usporedba svakog pojedinog podmodela ranjivosti kvaliteta krajobraza s modelom ranjivosti kvaliteta krajobraza iz prethodnog istraživanja provedena je u programu ArcGIS pomoću opcije Combine (ArcToolbox / Spatial Analyst Tools / Local / Combine).

Prilikom obrade podataka u programima ProVal, ArcGIS i QGIS obrađivane homogene prostorne jedinice u pikselima bile su veličine 10x10 m. Radni proces uključivao je i obradu prikupljene literature i publikacija te vizualnu i digitalnu interpretaciju kartografskih i ortofoto prikaza.



**Slika 1.** Granica obuhvata istraživanog područja

## **2.2. Koncept ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza šireg područja rijeke Krke**

Kako bi se mogao izraditi model ranjivosti definiran je osnovni koncept ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza šireg područja rijeke Krke s obzirom na glavne pritiske koji bi uslijedili razvojem mediteranskog voćarstva. Pritisci razvoja ove djelatnosti obuhvaćaju moguće značajne promjene u strukturi krajobraznih elemenata, koja predstavlja važan čimbenik ekološke ravnoteže krajobraza. Svaka promjena u strukturi krajobraza utječe na vrste koje ga nastanjuju i na procese koji se u njemu odvijaju. Definiranjem kriterija ranjivosti žele se istaknuti oni strukturni elementi krajobraza na koje bi značaj promjene uslijed razvoja

djelatnosti mediteranskog voćarstva na tom području imao najveći utjecaj, kako bi ih se moglo zaštititi od potencijalnih degradacija. Degradacije mogu uslijediti zbog potencijalno intenzivne obrade tla koja može dovesti do promjene njegove strukture, te do onečišćenja uslijed korištenja mehanizacije, pesticida i herbicida neophodnih za održavanje nasada (Tomić i sur., 2015), što bi za posljedicu moglo imati promijenjenu strukturu krajobraza u kojem je narušena ekološka stabilnost. Kako bi se umanjile ili u potpunosti izbjegle negativne posljedice razvoja djelatnosti mediteranskog voćarstva definirani su sljedeći kriteriji:

### **1. Površina zakrpi**

Velike prirodne zakrpe imaju značajniju funkciju u ekološkim procesima i pružaju veće koristi u krajobrazu, te sadrže više biljnih i životinjskih vrsta (Forman, 1995b). Forman (1995b) također naglašava da i male zakrpe imaju svojih prednosti, služe kao poveznice između velikih zakrpi, osiguravaju raznolikost u matrici krajobraza i pružaju drugačije koristi od velikih. Što u konačnici znači, velike zakrpe, velike koristi, male zakrpe, male koristi (Cook, 2002). U kontekstu ranjivosti zakrpi s obzirom na njihovu površinu velike zakrpe ranjivije su od malih jer u slučaju promjene uslijed razvoja djelatnosti mediteranskog voćarstva razlika je u značaju te promjene. Iako bi kod manjih zakrpi došlo do velikih promjena u površini, za razliku od većih kod kojih ta promjena u odnosu na veličinu ne bi bila toliko velika, značaj te promjene u kontekstu promjene bio bi manji kod manjih zakrpi nego kod većih.

### **2. Oblik zakrpi**

Zakrpe pravilnijeg oblika učinkovitije su u očuvanju unutarnjih resursa jer takav oblik smanjuje izloženost ruba zakrpi vanjskim utjecajima (Harris i Kangas, 1979), dok nepravilniji rub pospješuje kretanje vrsta koje koriste više od jednog tipa staništa (Forman, 1995). U kontekstu ranjivosti zakrpi s obzirom na potencijalne degradacije koje bi nastale uslijed razvoja mediteranskog voćarstva, ranjivije su one zakrpe koje imaju pravilniji rub jer bi promjena njihovog ruba imala značajniji utjecaj na njihovu učinkovitost od zakrpi nepravilnijeg ruba.

### **3. Količina jezgre**

Jezgra zakrpe definirana je kao područje koje ostane nakon što se izuzme njezin rub, a koji može imati utjecaj na procese koji se odvijaju unutar nje (McGarigal, 2015). Područja jezgre važna su za vrste koje su specijalizirane za takva staništa i koje su

osjetljive na rubni efekt koji je posljedica interakcije ruba zakrpe s okolnim područjem (Laurance, 1991). Za potrebe ove analize definirana je širina ruba od 50 metara s obzirom na djelatnost mediteranskog voćarstva i njezin potencijalan utjecaj. Nakon što se izuzme rub, ranjivost jezgri povećava se s povećanjem njihove površina, jer bi promjena koja bi uslijedila uslijed razvoja djelatnosti mediteranskog voćarstva bila značajniji kod većih površina jezgre nego kod onih koje su površinom manje.

#### **4. Udaljenost zakrpi**

Svi ekosustavi unutar krajobraza međusobno su povezani, kretanje većine vrsta usmjereno je između zakrpi iste klase, a što se više povećava udaljenost između tih zakrpi smanjuje se njihova međusobna povezanost i kretanje vrsta između njih (Forman, 1995b). U kontekstu ranjivosti zakrpi s obzirom na razvoj djelatnosti mediteranskog voćarstva, što je udaljenost između zakrpi iste vrste manja to su one ranjivije, jer bi uslijed njihove promjene moglo doći i do povećanja njihove međusobne udaljenosti.

#### **5. Prepreke**

Područja na kojima ima manje prepreka pospješuju kretanje vrsta, energije i materijala unutar krajobraza, a rubovi zakrpi predstavljaju svojevrsne barijere za te procese (Forman, 1995b). Količina prepreka definirana je kao dužina ruba po jedinici površine. Prema tome, područja koja sadrže veću koncentraciju ruba po jedinici površine predstavljaju veće prepreke i samim time su manje ranjiva jer značaj promjene koji bi uslijedio njihovom promjenom, uslijed razvoja djelatnosti, bio bi manji od promjena koje bi nastale na površinama koje imaju manju količinu ruba po jedinici površine.

#### **6. Fragmentiranost krajobraza i prostorni raspored elemenata**

Fragmentacija staništa je proces koji u velikoj mjeri utječe na brojnost i prostorni raspored vrsta. Vrste koje se nalaze u manjim zakrpama imaju manju površinu staništa od onih koje se nalaze u većim zakrpama, što čini manje zakrpe ranjivijima na moguće degradacije (Gibson i sur., 2013). Prostorni raspored zakrpi također ima veliki utjecaj na fragmentiranost krajobraza. Nepravilni raspored zakrpi unutar nekog područja može dovesti do izolacije pojedinih tipova zakrpi i samim time do izumiranja vrsta unutar njih (Lovejoy i sur., 1986). Prema tome, s obzirom na razvoj djelatnosti mediteranskog voćarstva, što je neko područje fragmentiranije i prostorni raspored



elemenata nepravilniji to je krajobraz ranjiviji jer bi se njihovom daljnjom degradacijom dovelo do promjena od velikog značaja.

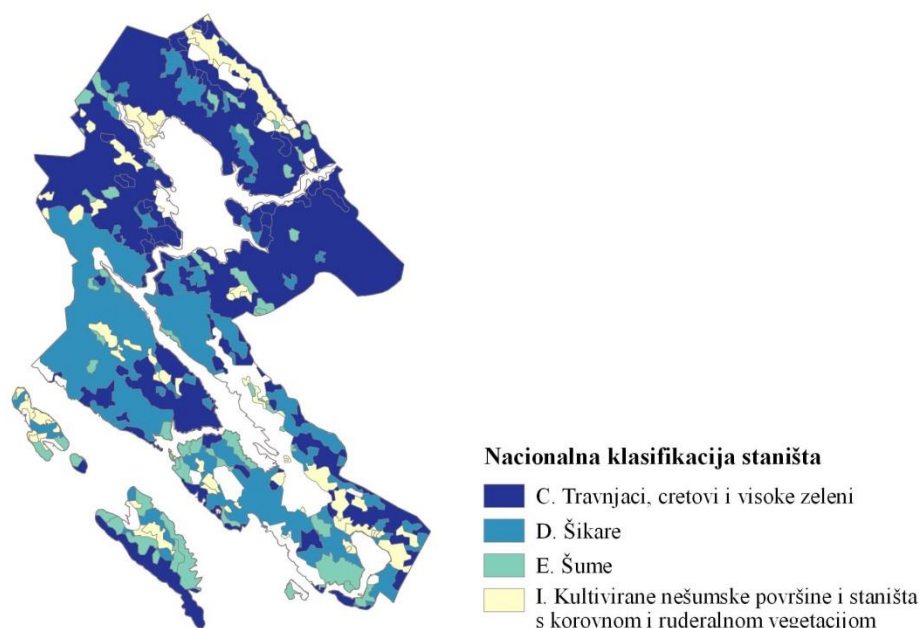
## **7. Raznolikost**

Raznolikost ili heterogenost nekog krajobraza vrlo se lako može ustanoviti na temelju broja različitih klasa zakrpi, što je broj klasa veći, krajobraz je raznolikiji. Veća raznolikost nekog krajobraza utječe na brojnost procesa i vrsta u njemu, prema tome, što je krajobraz raznolikiji, to je veći i njegov kapacitet da podrži veći broj vrsta (Forman i Godron, 1986). U kontekstu ranjivosti, s obzirom na potencijalne degradacije koje bi mogle uslijediti razvojem djelatnosti mediteranskog voćarstva, što je neko područje raznolikije, odnosno što je veći broj različitih klasa zakrpi, to je područje ranjivije na promjene. Jer bi promjene koje bi uslijedile razvojem djelatnosti mogle dovesti do smanjenja raznolikosti tog područja.

### **2.3. Krajobrazne metrike korištene za analizu ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza**

Krajobrazne metrike korištene su kao indikatori ranjivosti strukturnih krajobraznih elementa koji su važni pokazatelji trenutnog stanja krajobraza, njegove fragmentiranosti, prirodnosti i kompatibilnosti matrice (Cook, 2002). Za potrebe izračuna krajobraznih metrika korišten je podatak o kopnenim staništima Republike Hrvatske. Kartiranje staništa Republike Hrvatske, na kopnenom dijelu državnog teritorija izvedeno je klasificiranjem i interpretiranjem Landsat ETM+ satelitskih snimki s minimalnom površinom kartiranja od 9 ha (Antonić i sur., 2005), a kartografski prikaz je razlučivosti mjerila 1: 100 000.

Obuhvat istraživanja, šire područje rijeke Krke obuhvaća šest tipova kopnenih staništa. Krajobrazne metrike izračunate su samo za staništa na kojima prevladava vegetacijski pokrov, a izgrađena područja i vodene površine izostavljene su, te je analiza provedena na preostala četiri tipa kopnenih staništa. Prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa (Prilog I., Pravilnik o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima, NN 88/14) to su: C. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni, D. Šikare, E. Šume i I. Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom. Sve zakrpe unutar jednog tipa staništa analizirane su na temelju osnovne klasifikacije staništa (Slika 2), iako je svaki pojedini stanišni tip daljnje podijeljen na podtipove, ta klasifikacija nije uzeta u obzir.



**Slika 2.** Obuhvaćeni stanišni tipovi za potrebe analize ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza

Krajobrazne metrike računane su pomoću programskog dodatka Patch Analyst (Rempel i sur., 2012) za ArcGIS. Patch Analyst jednostavan je alat koji omogućava izračun krajobraznih metrika za vektorske i rasterske podatke, a prethodna obrada i priprema podataka kao kod programa FRAGSTATS (McGarigal, 2015) nije potrebna, te je rezultate vrlo jednostavno interpretirati. Krajobrazne metrike računane su na razini zakrpi i klasa, ovisno o definiranom kriteriju.

Odabrane krajobrazne metrike s obzirom na kriterije ranjivosti su:

### 1. Površina zakrpi

*Patch Area (AREA)* izračunava površinu zakrpi. Površina je računata za svaku pojedinu zakrpu unutar određene klase staništa, a dobiveni rezultati klasificirani su u pet klasa jednakih intervala. Svaka klasa vrednovana je s obzirom na stupanj ranjivosti, klasa koja obuhvaća zakrpe najvećih površina vrednovana je s ocjenom 5 (najranjivije), dok je klasa koja obuhvaća zakrpe s najmanjim površinama vrednovana s ocjenom 1 (najmanje ranjivo).

### 2. Oblik zakrpi

*Shape Index (SHAPE)* mjeri kompleksnost oblika zakrpi u odnosu na standardni oblik (kvadrat) iste veličine. Dobivene vrijednosti rastu bez ograničenja od 1, što ukazuje na povećanje kompleksnosti oblika, a ukoliko je vrijednost jednaka 1 to ukazuje da je

zacrpa pravilnog kvadratnog oblika. Kompleksnost oblika računata je za svaku pojedinu zacrpu unutar određene klase staništa, a dobiveni rezultati klasificirani su u pet klasa jednakih intervala. Svaka klasa vrednovana je s obzirom na stupanj ranjivosti, klasa koja obuhvaća zacrpe manje kompleksnog oblika vrednovana je s ocjenom 5 (najranjivije), dok je klasa koja obuhvaća zacrpe kompleksnijeg oblika vrednovana s ocjenom 1 (najmanje ranjivo).

### 3. Količina jezgre

*Core Area (CORE)* jednaka je površini unutar zacrpe koja je dalje od definiranog ruba od 50 metara s obzirom na potencijalni utjecaj djelatnosti mediteranskog voćarstva. Površina jezgre računata je za svaku pojedinu zacrpu unutar određene klase staništa, a dobiveni rezultati klasificirani su u pet klasa jednakih intervala. Svaka klasa vrednovana je s obzirom na stupanj ranjivosti, klasa koja obuhvaća zacrpe s najvećim površinama jezgre vrednovana je s ocjenom 5 (najranjivije), dok je klasa koja obuhvaća zacrpe s najmanjim površinama jezgre vrednovana s ocjenom 1 (najmanje ranjivo).

### 4. Udaljenost zacrpi

*Euclidean nearest neighbor distance (ENN)* računa najkraću udaljenost između određene zacrpe i njezinog najbližeg susjeda. Udaljenost zacrpi računata je za svaku pojedinu zacrpu unutar određene klase staništa, a dobiveni rezultati klasificirani su u pet klasa jednakih intervala. Svaka klasa vrednovana je s obzirom na udaljenost zacrpe do njezinog najbližeg susjeda, klasa koja obuhvaća zacrpe s najmanjim udaljenostima vrednovana je s ocjenom 5 (najranjivije), dok je klasa koja obuhvaća zacrpe s najvećim udaljenostima vrednovana s ocjenom 1 (najmanje ranjivo).

### 5. Prepreke

*Edge density (ED)* predstavlja odnos dužine ruba (m) po jedinici površine (ha). Količina ruba računata je za svaku pojedinu zacrpu unutar određene klase staništa, a dobiveni rezultati klasificirani su u pet klasa jednakih intervala. Svaka klasa vrednovana je s obzirom na koncentraciju ruba pojedine zacrpe po hektaru površine područja obuhvata. Klasa koja obuhvaća zacrpe s najmanjom koncentracijom ruba po jedinici površine vrednovana je s ocjenom 5 (najranjivije), dok je klasa koja obuhvaća

zacrpe s najmanjom koncentracijom ruba po jedinici površine vrednovana s ocjenom 1 (najmanje ranjivo).

## 6. Fragmentiranost krajobraza i prostorni raspored elemenata

Fragmeniranost krajobraza vrednovana je s obzirom na površinu zacrpi bez obzira kojoj klasi staništa pripada. Površine svih zacrpi šireg područja rijeke Krke klasificirane su u pet klasa jednakih intervala. Svaka klasa vrednovana je s obzirom na površinu zacrpi, klasa koja obuhvaća zacrpe s najmanjom površinom vrednovana je s ocjenom 5 (najranjivije), dok je klasa koja obuhvaća zacrpe s najvećom površinom vrednovana s ocjenom 1 (najmanje ranjivo).

*Interspersion juxtaposition index (III)* bazira se na okolini pojedine zacrpe unutar neke klase. Vrijednosti se približavaju 0 kada su zacrpe neke klase nejednako raspoređene unutar krajobraza, a približavaju se 100 kada su zacrpe unutar neke klase ravnomjerno raspoređene unutar krajobraza. Dobiveni rezultati klasificirani su u pet klasa jednakih intervala. Svaka klasa vrednovana je s obzirom na raspoređenost zacrpi unutar pojedine klase. Klasa koja obuhvaća rezultate izračuna koji se približavaju 0, odnosno zacrpe koje su nepravilnije raspoređene unutar određene klase vrednovani su s ocjenom 5 (najranjivije), a klasa koja obuhvaća rezultate koji se približavaju 100 s ocjenom 1 (najmanje ranjivo).

## 7. Raznolikost

*Patch richness (PR)* mjeri broj prisutnih tipova zacrpi u nekom krajobrazu. Kako bi se ustanovila raznolikost tipova zacrpi šireg područja rijeke Krke uspoređivana je brojnost tipova zacrpi unutar pojedinog krajobraznog područja (Butula i sur., 2009). Dobiveni rezultati podijeljeni su u pet klasa jednakih intervala, te je svaka klasa vrednovana s obzirom na broj prisutnih različitih tipova zacrpi unutar nekog krajobraznog područja. Klasa koja obuhvaća najveći broj zacrpi ocijenjena je s ocjenom 5 (najranjivije), a klasa koja obuhvaća najmanji broj zacrpi unutar nekog krajobraznog područja s ocjenom 1 (najmanje ranjivo).

Opis pojedinih krajobraznih metrika preuzet je od McGarigal i Marks (1994) i McGarigal (2015), gdje se mogu naći detaljni opisi svih krajobraznih metrika. Rezultati izračuna krajobraznih metrika pomoću programskog dodatka Patch Analyst, za kriterije površina,

oblik (MSI), količina jezgre (CA), udaljenost zakrpi (ENN), prepreke (ED), fragmentiranost i prostorni raspored (IJI) navedeni su u Prilogu I, a za kriterij raznolikost u Prilogu II.

### 3. TEORIJSKA POLAZIŠTA

#### 3.1. Definicija krajobraza

Postavimo li grupu ljudi u neki krajobraz svi će vidjeti iste elemente (izgrađene objekte, oranice, brda, drveće), koje karakterizira određeni broj, oblik, boja, struktura i slično. Međutim, kako će ga pojedinac doživjeti i percipirati to ovisi o njemu samome i sredine iz koje dolazi, jer krajobraz je subjekt definiran našim osjetilima i interpretiran našim intelektom (Murphy, 2005). Meinig (1979) navodi deset načina na koji možemo percipirati krajobraz, kao: prirodu, stanište, rukotvorinu, sustav, problem, bogatstvo, ideologiju, povijest, mjesto ili estetiku. Iako je krajobraz okruženje i svakodnevica ljudi, teško je naći one koji ga percipiraju na isti način. Krajobraz ima drugačije značenje ljudima s različitim znanstvenim i kulturnim pozadinama, te njihovom osobnom povezanosti s njim.

Dva su moguća načina definiranja krajobraza, subjektivno (estetski pristup koji ga karakterizira kroz vizualnu reprezentaciju i interpretacijom kroz simbolička značenja) i objektivno (funkcionalno definirana cjelina, područje samo po sebi) (Kirchoff i sur., 2013). Isto navode Hunziker i sur. (2007), krajobraz je fizički prostor za život, ali kada se pojedinci ili grupe upoznaju s određenim okruženjem i povežu sa svojim kulturnim vrijednostima, društvenim značajem i osobnim iskustvima, dodaju neko značenje tom prostoru, to okruženje za njih postaje mjesto.

Krajobraz kao pojam potječe iz neoplatonske umjetnosti, najčešće se koristio u slikarstvu za opis 'idealnog mjesta' (Turner, 1998). Upravo zbog te primjene krajobraza za opis nekog prizora i estetskih vrijednosti nekog područja, te uske povezanosti s vizualnom predodžbom nečeg lijepog i oku ugodnog mnogim ljudima je prva asocijacija kada se spomene krajobraz estetski lijep prizor. Estetska komponenta svakako je jedna od mnogih karakteristika krajobraza, ali ne i ona najvažnija. Krajobraz je odraz svakodnevnih aktivnosti ljudi koji u njemu žive, naslijeđe prošlih generacija, jednako kao i prirodnih procesa koji su ga oblikovali tijekom povijesti.

Njemački geograf Alexander von Humboldt prije 200 godina prvi je primijenio riječ krajobraz u znanstvenom kontekstu, a označavao je ukupni karakter neke regije (Bastian, 2001). Geolog Geikie prihvatio je i prilagodio riječ krajobraz kako se koristi i danas, a znači dio površine sa svojim istaknutim karakteristikama i obilježjima kao produkta koji je oblikovan najčešće

prirodnim procesima (Turner, 1998). Holistički pogled na krajobraz prvi su usvojili ekolozi, odbacujući dotadašnji ograničeni profesionalni pristup promjenom metodologije u dinamičnu i integriranu prostornu analizu i analizu ekosustava (Naveh i Lieberman, 1994).

U kontekstu krajobrazne ekologije najčešće korištene definicije krajobraza definiraju ga kao:

- 'ukupni prostorni i vizualni entitet' čovjekovog životnog prostora koji obuhvaća geosferu s biosferom i ljudskim artefaktima (Troll, 1971),
- heterogeno područje sastavljeno od nakupina međusobno povezanih ekosustava koji se ponavljaju u sličnoj formi (Forman i Godron, 1986),
- u cijelosti fizički, ekološki i geografski entitet koji obuhvaća sve prirodne i ljudima utjecane uzorke i procese (Naveh, 1987),
- dio prostora na Zemljinoj površini koji se sastoji od kompleksnih sustava koji formiraju prepoznatljivu cjelinu, a nastali su aktivnošću stijena, vode zraka, biljaka, životinja i čovjeka (Zonneveld, 1989),
- dio površine oblikovan tijekom vremena geološkim i biološkim procesima te ljudskim aktivnostima, obuhvaća prirodne i kulturne osobine i vrijednosti s posebnim naglaskom na njihovu međusobnu povezanost (Benson i Roe, 2000),
- heterogen mozaik ekosustava koje ljudi konstantno prilagođavaju kako bi povećali njegovu vrijednost (Nassauer i Opdam, 2008).

Navedene definicije opisuju krajobraz kao integrirani holistički entitet, cjelinu koja je više od zbroya svojih dijelova i potrebno ga je proučavati kao cjelinu, a ne svaki element zasebno (Naveh i Lieberman, 1994). Također naglašavaju njegovu heterogenost i međusobnu povezanost njegovih prostornih elemenata, ali ne određuju njegovu veličinu, a razlog tome je što veličina krajobraza ovisi o svrsi istraživanja, te o osobnim preferencijama promatrača. Najefikasnije mjerilo u istraživanju i proučavanju krajobraza je ono koje nam omogućava prikupljanje najviše informacija (Farina, 1998).

Na temelju navedenih definicija može se zaključiti da je krajobraz kompleksan i višenamjenski prostorni i vizualni entitet sastavljen od relativno homogenih jedinica (ekosustava), nastalih kao posljedica prirodnih procesa i ljudskih aktivnosti, koje međusobna interakcija povezuje u heterogeni prostorni mozaik. Krajobraz ljudima osigurava osnovna sredstva za život i opstanak (zrak, vodu, svjetlost, izvor hrane) jednako kao što im pruža

prostor za rekreaciju, duhovnim razvojem, te zadovoljavanje drugih ljudskih potreba, te ga je kao takvog nužno očuvati, racionalno njime upravljati i planirati za budućnost.

Forman (1995a) naglašava da ako želimo ubrzati upotrebu ekologije u oblikovanju, planiranju, zaštiti, upravljanju i politikama moramo koristiti regije i krajobraze koji balansiraju i integriraju prirodne procese i ljudske aktivnosti. S povećanjem broja ljudi u biosferi naglasak na širi prostorni obuhvat istraživanja je neizbježan za odnos prema ljudima i njihovim aktivnostima, te je s toga humanistička i holistička perspektiva neizbježna u daljnjim istraživanjima prostora (Wu, 2008). Krajobrazna perspektiva obećavajuća je za realizaciju integracije različitih znanosti jer obuhvaća cijeli niz socioekonomskih i ekoloških procesa (Farina, 1998). Problemi planiranja namjene površina u kojem se jednakopravno sagledavaju razvoj i zaštita mogu se riješiti krajobraznim okvirom, jer je problem neophodno sagledati šire, na višim razinama uzoraka i procesa, a ne na lokalnoj razini (Hobbs, 1997). Ndubisi (2002) ističe kako je za cjelovito razumijevanje krajobraz nužno sagledati u pogledu:

- strukture – sastav bioloških i neživih elemenata u prirodnom i antropogenom okolišu, koja utječe na funkcionalnu vezu između elemenata kao što su klima, konfiguracija terena, tlo, flora i fauna,
- procesa – odnosi se na kretanje energije, materijala i organizama u krajobrazu,
- lokacije – prostorni raspored elemenata i procesa u krajobrazu.

Holistički pristup krajobrazu omogućava stručnjacima iz različitih disciplina da proučavaju krajobraz fokusirajući se na interakciju njegovih komponenti (Ndubisi, 2002). Izdvajanjem pojedinih elemenata, odnosno fragmenata unutar krajobraza s namjerom njihove optimizacije može dovesti do toga da cijeli krajobraz reagira na nepredviđeni način, zbog kompleksnosti veza između njegovih komponenata (Holling i Goldberg, 1971).

### **3.1.1. Funkcije krajobraza**

Heterogenost krajobraza definirana je njegovom raznolikošću; što je krajobraz raznolikiji to je njegov kapacitet da podrži mnoge prirodne funkcije veći, ali i da istovremeno održi funkcije neophodne za osiguravanje kvaliteta za život ljudi (Walz, 2015). De Groot (2006) dijeli te funkcije krajobraza s obzirom na njihove dobrobiti i usluge koje pruža u sljedeće kategorije:



- *Regulacijske funkcije*: Odnose se na kapacitet prirodnih i poluprirodnih ekosustava da reguliraju esencijalne ekološke procese i sustave za održavanje života kroz biogeokemijske cikluse i druge biosferske procese. Omogućavaju i održavaju uvjete za život na Zemlji i neophodni su preduvjet za sve ostale funkcije.
- *Funkcije staništa*: Odnose se na prostorne uvjete potrebne za održavanje biološke (i genetske) raznolikosti. Potrebni uvjeti razlikuju se ovisno o vrsti, ali se mogu opisati u smislu kapaciteta nosivosti i prostornih potreba prirodnih ekosustava koji ih pružaju.
- *Proizvodne funkcije*: Autotrofni organizmi pretvaraju energiju, ugljični dioksid, vodu i hranjive tvari u ugljikohidrate koje zatim koriste sekundarni proizvođači za proizvodnju još raznolikije biomase. Ta biomasa služi kao resurs za ljudsku upotrebu, od hrane i sirovina, do energetske resursa i genetskog materijala.
- *Informacijske funkcije*: Prirodni ekosustavi pridonose održavanju zdravlja ljudi pružanjem mogućnosti za rekreaciju, duhovno obogaćenje, kognitivni razvoj i estetski doživljaj.
- *Funkcije nosivosti*: Većina ljudskih aktivnosti zahtijeva prostor (poljoprivreda, stanovanje, transport) i pogodan supstrat (tlo) ili medij (voda, zrak) koji će podržati potrebnu infrastrukturu. Ove funkcije odnose se na kapacitet prirodnih sustava za podržavanje infrastrukture što najčešće uključuje promjenu originalnog ekosustava.

### 3.2. Krajobrazno planiranje

Primarni cilj planiranja je donošenje odluka o načinu korištenja resursa (Marsh, 1991). Prostorno planiranje je proces određivanja buduće namjene nekog zemljišta kako bi se poboljšala njegova svojstva i organiziralo njegovo upravljanje (van Lier, 1998). Prostorno planiranje, odnosno plansko promišljanje i upravljanje prostorom poznato je još iz doba rimske i grčke civilizacije koje su organizirano grupirale površine s obzirom na namjenu kako u urbanim, tako i u ruralnim sredinama.

Krajobrazno planiranje kao koncept pojavilo se zbog sve veće osviještenosti i brige o problemima razvoja koji se odvijao u društvu (Marsh, 1991), te stoga predstavlja granicu između ljudi i njihove upotrebe i zloupotrebe krajobraza (Ndubisi, 2002). Poznato je da su mnoge drevne civilizacije, uključujući Egipat, Kinu i Peru prakticirale krajobrazno planiranje tako da su kroz kreativnu zaštitu održavale svoja tla plodnima i svoju zemlju zdravom (Crowe, 1969). Iako se krajobrazno planiranje čini sličnom aktivnošću kao i prostorno

planiranje jer se oboje bave sitnim mjerilima<sup>1</sup>, fokus krajobraznog planiranja u procesu planiranja i donošenju odluka je na kvaliteti resursa i krajobraza kao sustava (Cengiz, 2012). Prema Marušiću (1999) krajobrazno planiranje predstavlja onaj dio prostornog planiranja koji unosi zahtjeve i koncepte za zaštitu u sveobuhvatno prostorno planiranje.

Kada proces planiranja obuhvaća razmatranja o upravljanju ljudskih i krajobraznih ekosustava krajobrazno planiranje može se definirati i kao krajobrazno ekološko planiranje (Murphy, 2005). Ahern (2006) opisuje krajobrazno ekološko planiranje kao specijalizaciju unutar krajobraznog planiranja kojoj je fokus prostorno planiranje, organizacija namjena i veza korištenja zemljišta, kako bi se postiglo ciljeve kao što su poboljšanje staništa i održivost. Iako mnogi autori ekološko krajobrazno planiranje i krajobrazno planiranje interpretiraju kao istoznačnicu s obzirom na to da se oboje fokusiraju na upotrebu ekološkog znanja prilikom upravljanja promjenama u krajobrazu, Ndubisi (2002) koristi termin ekološko krajobrazno planiranje jer naglašava vezu s ekologijom. Za potrebe ovog rada krajobrazno i krajobrazno ekološko planiranje smatraju se istoznačnicama, koristi se termin krajobrazno planiranje, iako bi s obzirom na tematiku prikladniji naziv bio krajobrazno ekološko planiranje.

Krajobrazno planiranje je aktivnost koja se bazira na zaštiti kvaliteta krajobraza (Marušić, 1993). Definiranjem kvaliteta, odnosno potencijala krajobraza, krajobrazno planiranje identificira postojeće i moguće utjecaje na te kvalitete, i na temelju toga predlaže ciljeve i smjernice za razvoj krajobraza (Mander, 2008). Ne prepoznaje samo beskonačnu raznolikost života i međusobnu potrebu jednog oblika života za drugim, već prepoznaje beskonačnu raznolikost ljudskih potreba, želja i težnji (Crowe, 1967). Proces krajobraznog planiranja obuhvaća analizu krajobraza u potrazi za onim prostornim karakteristikama koje bi omogućile predloženu namjenu površina i situacijama koje bi zadržavale ili prijetile njezinom razvoju, odnosno identificira potencijalne sličnosti i razlike između buduće namjene zemljišta i okoliša kako bi se predložila najprikladnija veza između njih (Marsh, 1991; Marušić, 1999). Preklapanjem razvojnih ciljeva i postojećih kvaliteta krajobraza utvrđuje konflikte i nudi optimizirana rješenja bazirana na usklađivanju ciljeva razvoja i zaštite (Marušić, 1987). Upravo su ti ciljevi nosioci suprotstavljenih društvenih sustava vrijednosti vezanih za krajobraz i jedino njihovim suočavanjem, odnosno simulacijom posljedica jednog na drugog moguće je pristupiti problematici koju nameće održivi razvoj (Butula, 2003).

---

<sup>1</sup> Mjerilo se odnosi na razinu detalja koje se smatra bitnima ili koje se ignorira; što je mjerilo krupnije to je i razina detalja veća (Steinitz, 2012).

Osnovna namjena krajobraznog planiranja je zadovoljiti ljudske potrebe istovremeno štiteći značajne prirodne i kulturne resurse uzimajući u obzir njihove fizičke i vizualne faktore (Crowe, 1969; Murphy, 2005). Krajobrazno planiranje uključuje prepoznavanje i zaštitu unikatnih, rijetkih i oskudnih ekoloških resursa, te kontrolu njihovog iskorištavanja i razvoja na odgovarajućim lokacijama, kroz planove kako bi se osigurala njihova održivost (Fabos, 1985). Ne obuhvaća prostornu organizaciju na ljudskoj razini već na razini krajobraza iako ljudske vrijednosti i opažanja uzima u obzir (Murphy, 2005). Osnovna svrha krajobraznog planiranja je usmjeravanje isprepletenosti funkcija i staništa, s ciljem usklađivanja različitih namjena i odvajanja onih koje su nespojive, te uklapanja svake specijalizirane namjene u mozaik krajobraza, kao okoline za život (Crowe, 1967). Planeri ne mogu predvidjeti sudbinu krajobraza, ali mogu ponuditi različite scenarije njegove buduće dinamike ovisno o različitoj namjeni površina i zaštitnim politikama (Naveh i Lieberman, 1994), a alternativne prostorne konfiguracije namjene površina smatraju se ključnim faktorom planiranja za održivost (Ahern, 2006). Uspješno krajobrazno planiranje mora učiniti više nego samo odgovoriti na čiste oblike i karakteristike krajobraza, mora odgovoriti na procese kao takve (Marsh, 1991). Stoga je jedna od zadaća krajobraznog planiranja da pronade načine kako zaustaviti smanjenje bioraznolikosti i kako poništiti štetu koja je nastala lošom kontrolom ili nekontrolom ljudskih aktivnosti, te pronaći održivi način garancije povećanja kvaliteta krajobraza za budućnost (Boothby, 2010). Planiranje zahtijeva znanje, razumijevanje i viziju, pa prema tome krajobrazni planeri trebaju biti vođeni poznavanjem prošlosti, razumijevanjem sadašnjosti i vizijom budućnosti (Turner, 1998).

Krajobrazno planiranje podržava održivi razvoj stvarajući planerske preduvjete koji će omogućiti budućim generacijama život u ekološki očuvanom okolišu (Pietsch, 2012), postizanjem ravnoteže između prirodnih potencijala i ekonomskih i tehnoloških potreba društva, ne samo u ruralnim i prirodnim krajobrazima već i u urbanim i industrijskim (Kragh, 1967). Butula (2003) ističe kako bi se pravilno pristupilo pitanju održivosti potrebno je krajobraz vrednovati na osnovu istraživanja i interpretacija različitih društvenih stavova i raznovrsnosti društvenih interesa prema krajobrazu, radije nego na osnovu istraživanja njegovih intrinzičnih vrijednosti. Jednako tako navodi dva načina vrednovanja krajobraza: pridodavanjem vrijednosti njegovom trenutnom stanju ili pridodavanjem vrijednosti njegovom željenom budućem stanju, iz čega proizlazi da se vrijednost krajobraza ili neke njegove komponente može definirati kao razlika između željenog ili ciljanog stanja krajobraza, i stvarnosti, odnosno njegovog trenutnog stanja (Butula, 2003).

### 3.3. Krajobrazna ekologija

Krajobrazna ekologija jedna je od najmlađih grana ekologije koja se razvila krajem Drugog svjetskog rata u zemljama srednje i istočne Europe, a njeni korijeni duboko su u geografiji, geobotanici i upravljanju zemljištem (Farina, 1998). Njemački ekolog i geograf Carl Troll prvi je primijenio termin krajobrazna ekologija 1939. godine inspiriran prostornim uzorcima krajobraza otkrivenim na fotografijama iz zraka, u nadi da će nova znanost spojiti prostorni, horizontalni (analiza prostora) pristup geografa s funkcionalnim, vertikalnim (funkcioniranje ekosustava) pristupom ekologa (Farina, 1998; Ndubisi, 2002; Wu, 2008). Troll (1971) definira krajobraznu ekologiju kao područje koje se bavi složenom uzročnom vezom između životnih zajednica i njihovog okoliša u nekom određenom dijelu krajobraza, te ističe kako je njezina zadaća osigurati funkcionalnu analizu krajobraza koja će predložiti mnogobrojne višeslojne i recipročne međuovisnosti krajobraznih elemenata (Troll, 1950/2007).

Krajobrazna ekologija je ekologija koja je prostorno određena, bavi se proučavanjem strukture i dinamike prostornih mozaika i njihovih ekoloških uzroka i posljedica, te se može primijeniti na bilo kojoj razini hijerarhijske organizacije ili u jednom od mnogih mjerila rezolucije (Wiens, 2005). Bazira se na ideji da postoji veza između prostornih uzoraka i ekoloških procesa (Lu i Guldman, 2012). Ne definira specifična prostorna mjerila koja se mogu univerzalno primijeniti već naglašava značaj identifikacije mjerila koje najbolje karakterizira vezu između prostorne heterogenosti i procesa od interesa (Turner i sur., 2001). Prepoznaje da su ekosustavi raspoređeni u prostoru kao odgovor na topografiju, temperaturu, vlagu i tlo, a da dodatne uzorke nameću poremećaji, biološke interakcije i ljudsko korištenje zemljišta (Turner i sur., 2001). Bavi se fizičkim strukturama i dinamikom prostornih mozaika kroz vrijeme, odnosno kako su elementi strukture smješteni unutar mozaika u odnosu jedni na druge, koji je uzrok takvih struktura i načinima na koje prostorna konfiguracija utječe na ekološke procese (Wiens i sur., 2002). Proučava strukturu (prostornu vezu između prostornih komponenti), funkciju (interakciju između prostornih komponenti) i promjenu krajobraza (promjene u strukturi i funkciji prostornih komponenti kroz vrijeme) (Forman i Godron, 1986; Hobbs, 1997). Fokus krajobrazne ekologije istovremeno je i na interakciji između pojedinih elemenata u krajobrazu kao i na ponašanju i funkcioniranju krajobraza kao cjeline (Chapin III i sur., 2011). Prema tome, krajobrazna ekologija rezultat je holističkog poimanja krajobraza prihvaćenog od strane geografa, ekologa, krajobraznih planera, dizajnera i menadžera, u

njihovom pokušaju da premoste nedostatke između prirodnog, poljoprivrednog, ljudskog i urbanog sustava (Naveh i Lieberman, 1994).

Krajobrazna ekologija razvila se u dva pravca, europski i sjeverno američki. Europski pristup je više humanistički i holistički jer naglašava društveno orijentiran pogled koji promovira pristup baziran na prostornom kontekstu i pronalaženju rješenja, dok je sjevernoamerički više biofizički i analitički, te unutar njega dominira ekološki orijentiran pristup kojeg pokreću znanstvena pitanja (Wu, 2008). Prvi pristup vidi krajobraznu ekologiju kao potrebnu znanstvenu podlogu za prostorno planiranje i upravljanje krajobrazom, pogotovo u okruženjima u kojima dominiraju ljudi, dok drugi vidi krajobraznu ekologiju kao sredstvo za bavljenje prostornim uzorcima i heterogenosti (Wu i Hobbs, 2007). Temelji oba pristupa naziru se u definiciji krajobrazne ekologije Carla Trolla, te samim time nisu nužno kontradiktorni već komplementarni (Wu, 2006) i esencijalni u razvoju krajobrazne ekologije kao istinski interdisciplinarne znanosti (Wu, 2008).

Sukladno svemu navedenom primarni cilj krajobrazne ekologije je razumijevanje uzoraka, mehanizama i posljedica prostorne heterogenosti, dok joj je ultimativni cilj osigurati znanstvenu osnovu i praktične smjernice za razvoj i održavanje ekološki, ekonomski i socijalno održivih krajobraza (Wu, 2008). Wu (2008) također navodi tipična pitanja na koje odgovara krajobrazna ekologija: Kako se prostorna heterogenost može kvantificirati kako bi je se moglo povezati sa značajnim ekološkim procesima? Koji su to procesi i mehanizmi odgovorni za postojeće krajobrazne uzorke? Kako prostorna heterogenost utječe na protok organizama, materijala i energije? Kako krajobrazni uzorci utječu na širenje poremećaja kao što je invazija štetočina, bolesti, požara i invazivnih vrsta? Kako su uzorci i procesi međusobno povezani ovisno o mjerilu? Kako se ekološke informacije mogu prenijeti iz sitnijeg u krupnije mjerilo i obrnuto? Kako znanje o prostornoj heterogenosti može pomoći u poboljšanju zaštite bioraznolikosti, planiranju i upravljanju? Kako se mogu stvoriti i održavati održivi krajobrazi?

Integrativna perspektiva krajobrazne ekologije omogućava joj prihvaćanje ne samo bio-ekoloških znanosti već i obuhvaćanje sociologije, ekonomije i kulturnih znanosti, kojima su ljudi fokus, a sve ih povezuje moderan način korištenja zemljišta (Naveh i Lieberman, 1994). To olakšava interdisciplinarnu suradnju između krajobraznih ekologa, krajobraznih dizajnera i planera (Makhzoumi, 2000), a ključna uloga krajobrazne ekologije je da stvori okvir kako bi

stručnjaci mogli međusobno surađivati i razvijati pristupe za ostvarenje ciljeva održivog razvoja i zaštite (Wu i Hobbs, 2007).

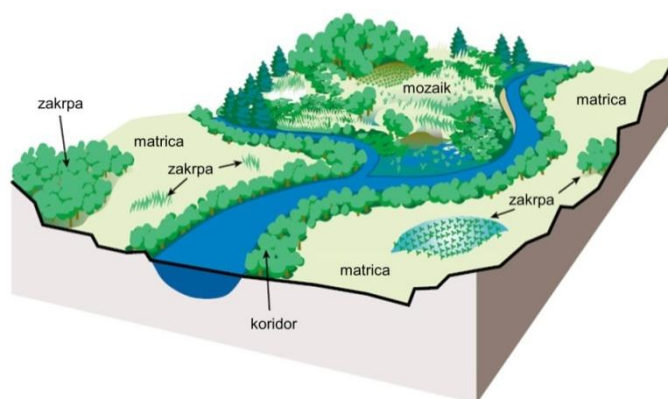
### 2.3.1. Struktura krajobraza

Krajobraz je sastavljen od elemenata za koje su krajobrazni ekolozi koristili različite termine uključujući ekotop, biotop, krajobrazna komponenta, krajobrazni element, krajobrazna jedinica, krajobrazna ćelija, geotop, facijes, stanište i lokalitet (Forman i Godron, 1986). Bilo koji od ovih termina, kada je definiran, zadovoljava sukladno preferencijama istraživanja (McGarigal, 2015).

Krajobrazna ekologija istovremeno proučava vertikalne i horizontalne slojeve strukture krajobraza. Vertikalni slojevi obuhvaćaju reljef, tlo, vegetaciju, životinje i ljudske strukture, a vođeni Formanom i Godronom (1981, 1986) horizontalne elemente krajobraza možemo definirati kao:

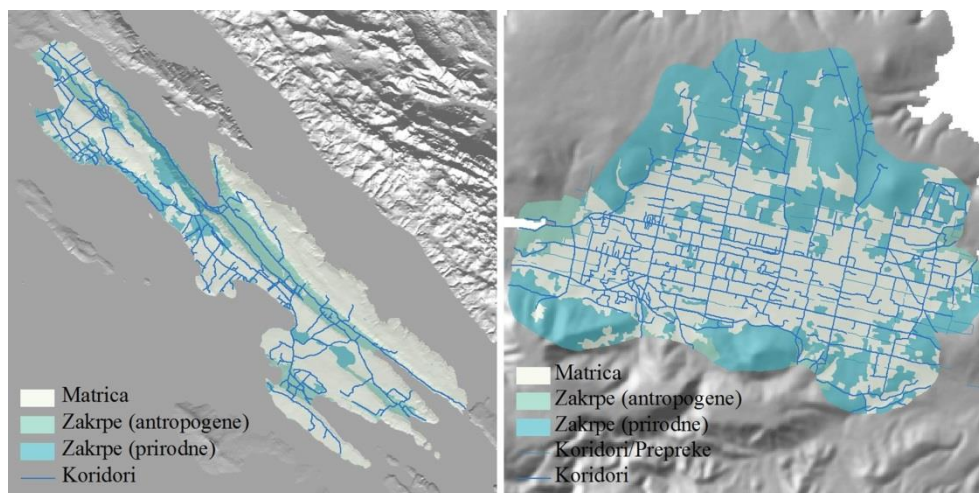
- *zakrpe* – područja nepravilnog oblika koja se izgledom razlikuju od svoje okoline oblikom, veličinom, heterogenošću i karakteristikama njihovog ruba,
- *koridori* – predstavljaju uske linearne poteze zemljišta koji se razlikuju od svoje okoline, a glavne karakteristike su im širina, povezanost i kvaliteta,
- *matrica* – najveći i najpovezaniji element krajobraza čime igra glavnu ulogu u funkcioniranju krajobraza, iako njezina rasprostranjenost može biti nepravilna.

Neovisno o kakvom krajobrazu je riječ, prirodnom, ruralnom ili urbanom, svima je zajednička nekakva struktura, to jest prostorni raspored elemenata, zakrpi i koridora unutar matrice (Slika 3).



**Slika 3.** Osnovni strukturni elementi krajobraza  
(Gökyer, 2013)

Ovakav model opisa krajobraza naglašava njegovu heterogenost i sve se češće koristi za opis strukture krajobraza u krajobraznom planiranju i oblikovanju (Ndubisi, 2002) (Slika 4). Sukladno tom modelu krajobraz se najjednostavnije može definirati kao mozaik zakrpi. Za ocrtavanje krajobraznih elemenata ili takozvanih zakrpi najčešće se koriste jedinice površinskog pokrova i namjene zemljišta (Walz, 2011). Površinski pokrov i namjena zemljišta komponente su za karakterizaciju krajobraznih tipova i jednako tako važni indikatori promjena u krajobrazu (Antrop, 2007).



**Slika 4.** Primjeri analize krajobraza prema modelu Formana i Godrona

Ndubisi (2002) ističe kako svaka od ovih komponenti krajobraza ima specifičnu ekološku funkciju jer oblik, veličina i rub zakrpi utječu na biomasu, produktivnost, pohranu hranjivih tvari, sastav vrsti i bioraznolikost, karakteristike koridora kontroliraju funkcije protoka i barijera dok je matrica ključna u dinamici krajobraza.

Bilo kakva promjena u strukturi krajobraza, bila ona prostorna ili vremenska, utječe na protok energije i materijala, prohodnost i nastanjivost krajobraza, njegovu ekološku stabilnost kao i na njegove druge osobine i karakteristike (Tlapáková i sur., 2013). Fragmentacija staništa je proces usko vezan za promjenu krajobraza koji istovremeno utječe i na njegovu strukturu i funkciju, a rezultira usitnjavanjem i smanjivanjem krajobraznih elemenata (Botequilha-Leitão i Ahern, 2002). Poremećaji, odnosno određeni događaji koji s vremenom mijenjaju strukturu krajobraza i utječu na bioraznolikost mogu se smatrati osnovnim uzrokom fragmentacije krajobraznih uzoraka, utječu na kretanje životinja i mogu dovesti do lokalnog pa čak i regionalnog izumiranja vrsta (Farina, 1998). Poremećaji mogu biti prirodne naravi (poplava, požar i sl.) ili izazvani čovjekom (šumarstvo, poljoprivreda, razvoj i sl.), ali bitna razlika je u njihovom trajanju, jačini i učestalosti.

Struktura krajobraza kakav je danas najvećim dijelom rezultat je direktnog utjecaja čovjeka i njegovog korištenjem zemljišta, ali i prirodnih čimbenika kao što su klima, konfiguracija terena i sastav tla. Ljudi su oduvijek mijenjali krajobraz kako bi ga prilagodili svojim potrebama, namjerno ili neposredno, samo što se te promjene danas odvijaju puno bržim tempom zbog napretka tehnologije i sve većeg porasta broja ljudi. Površinski pokrov promijenjen je zbog sve intenzivnije poljoprivredne proizvodnje, iskorištavanja prirodnih resursa i nekontrolirane sječe šuma, te sve većim i ubrzanim širenjem urbanih sredina. Analizom strukture i karakteristika krajobraza kroz analizu povijesnog razvoja nekog područja daje uvid u njegove razvojne trendove i značajnije promjene u strukturi (Tlapáková i sur., 2013). Utjecaj čovjeka na izgled krajobraza je neizbježan, a rezultat je njegova povećana heterogenost. Međutim, iako veća prostorna heterogenost nekog krajobraza znači i veći broj vrsta i procesa (Forman i Godron, 1986; Wu i Hobbs, 2007), ne znači da će se s daljnjim povećanjem heterogenosti povećati i brojnost vrsta, stoga je nužno naći optimalna rješenja kako umanjiti čovjekov utjecaj na postojeće strukture krajobraza s ciljem očuvanja prostornih kvaliteta i ekoloških funkcija krajobraza.

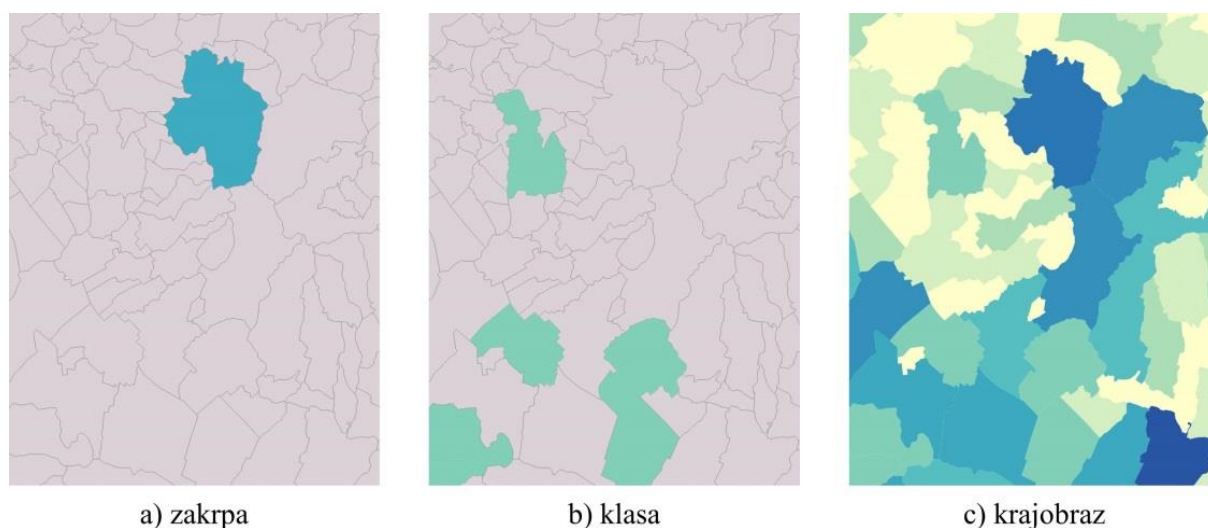
### **2.3.2. Krajobrazne metrike**

Termin krajobrazne metrike odnosi se isključivo na numeričke indikatore koji su razvijeni za potrebe kvantificiranja uzoraka na kategoričkim mapama (McGarigal, 2015) i proučavanja veze između uzoraka i procesa (Lu i Guldman, 2012). Kategoričke mape predstavljaju podatke u kojima su svojstva sustava od interesa prikazana kao mozaik određenih zakrpi koje predstavljaju osnovne elemente (McGarigal, 2015). U analizama krajobraza pomoću krajobraznih metrika analiza se vrši na temelju zakrpi jer se njihove geometrijske karakteristike (površina, opseg, oblik, itd.) i relativne prostorne situacije (blizina, povezanost) matematički mogu lako izračunati (Csorba i Szabó, 2012). Proces kategorizacije obuhvaća kartiranje svojstava sustava od interesa identifikacijom zakrpi koje su relativno homogene, poštujući ta svojstva s obzirom na određeno mjerilo unutar kojeg se očituje relativno nagli prijelaz (granica) na susjedno područje (zakrpe) koje imaju drugačiji intenzitet (ili kvalitetu) od svojstva sustava od interesa (Kotliar i Wiens, 1990). Na kategoričkim mapama svojstva sustava su prikazana kvalitativno i dane su im proizvoljne oznake kao na primjer, tip pokrova, oznaka tla, kvaliteta staništa i slično (Gustafson, 1998).



U krajobraznoj ekologiji krajobrazne metrike koriste se za objektivno kvantitativno opisivanje prostorne strukture krajobraza, koja je preduvjet proučavanja njegove funkcije i promjene u nekom određenom vremenu (Gustafson, 1998; Botequilha-Leitão i Ahern, 2002; Gökyer, 2013). U tu svrhu do sada je razvijeno stotine indikatora krajobraznih uzoraka, a odabir najprikladnijih ovisi o svrsi istraživanja (McGarigal, 2015). Njihova uloga je da budu dodatni atributi za klasifikaciju krajobraznih tipova i regija, te da budu indikatori promjena i poremećaja (Antrop i Van Eetvelde, 2000). Veliko značenje krajobraznih metrika je u procjeni alternativnih konfiguracija krajobraza – istog krajobraza u različitom vremenskom periodu ili pod alternativnim scenarijima, ili različitih krajobraza koji su klasificirani na isti način (Botequilha-Leitão i Ahern, 2002).

U kontekstu krajobraza kao mozaika zakrpi, krajobrazne metrike predstavljaju algoritme koji kvantificiraju specifičnu prostornu heterogenost krajobraza pomoću karakteristika zakrpi (McGarigal, 2015). Krajobrazne metrike mogu se odrediti na tri razine: a) na razini pojedinačne zakrpe, b) klase (tipa zakrpe) ili c) cijelog krajobraza (Csorba i Szabó, 2012) (Slika 5). Koriste se za opis kompozicije i konfiguracije krajobraza, za cijeli krajobraz opisivanjem rasporeda njegovih elemenata i raznolikosti, ili za opis njegovih pojedinih elemenata kroz osobine kao što su njihova veličina, oblik, broj i slično (Walz, 2011). Indikatori na razini pojedine klase zakrpi opisuju jednostavnu ili težinsku sredinu njihovih sažetih karakteristika koji pripadaju istoj kategoriji, ali se također mogu razmatrati u obliku karakteristika kako bi se omogućilo razumijevanje njihovih prostornih uzoraka kao što su prostorni raspored, blizina i povezanost, dok se na razini krajobraza indikatori računaju korištenjem karakteristika svih zakrpi u krajobrazu (Csorba i Szabó, 2012).



**Slika 5.** Tri razine krajobraznih metrika

Krajobrazne metrike može se svrstati u dvije osnovne kategorije: one koje kvantificiraju *kompoziciju* mapa bez obzira na prostorne attribute, i na one koje kvantificiraju *prostornu konfiguraciju* mapa, za čiji su izračun potrebne prostorne informacije (McGarigal i Marks, 1994; Gustafson, 1998). Kompozicija se odnosi na pojavnost i broj svakog tipa zakrpe u krajobrazu, ali nije eksplicitno prostorno vezana, dok je prostorna konfiguracija eksplicitno vezana za prostorne karakteristike zakrpi jer opisuje fizičku raspodjelu zakrpi u nekom krajobrazu (McGarigal i Marks, 1994; Botequilha-Leitão i Ahern, 2002). Kompoziciju je lako kvantificirati i odnosi se na karakteristike povezane s raznolikošću i gustoćom tipova zakrpi unutar krajobraza, dok je prostornu konfiguraciju mnogo teže kvantificirati i odnosi se na prostorne karakteristike i raspored, poziciju ili orijentaciju zakrpi unutar pojedine klase ili cijelog krajobraza (McGarigal, 2015). Analiza prostornih uzoraka prvenstveno je alat, a ne zaseban cilj, a svrha ili pitanja koja pokreću bilo kakvu analizu moraju biti prethodno definirana, što znači da mora uključivati predstavljene kvalitete uzoraka i zašto (Turner, 2005).

Krajobrazne metrike moguće je u grubo grupirati s obzirom na aspekt uzorka koji mjere, ali takva podjela je općenita jer se većina krajobraznih metrika može svrstati u više od jedne grupe (McGarigal i Marks, 1994; McGarigal, 2015):

### **Površina i rub**

Ova grupa metrika bavi se veličinom zakrpi i količinom ruba koji te zakrpe tvore. Opisuju prostornu 'zrnatost' krajobraza (Slika 6).



**Slika 6.** Zrnatost

*Površina* svake zakrpe koja sačinjava mozaik krajobraza jedan je od najvažnijih podataka sadržan u krajobrazu. Ne samo da je taj podatak baza za indikatore na razini zakrpe, klase i krajobraza već površina zakrpe ima mnogo korisnosti sama po sebi. Na primjer, postoje značajni dokazi da je bogatstvo vrsta, njihova pojavnost i gustoća značajno povezana s površinom zakrpe.

*Ukupna količina ruba* u krajobrazu važna je za mnoge ekološke fenomene. Na primjer, jedna od dobro istraženih posljedica fragmentacije staništa je povećanje gustoće staništa na koje utječe rub, te njegov nepovoljan utjecaj na unutarnje vrste.

Metrike površine, gustoće i ruba na različite načine predstavljaju fizičku povezanost krajobraza i na taj se način, direktno ili indirektno, bave pitanjem povezanosti krajobraza.

### Oblik

Ova grupa metrika predstavlja metrike bez jedinica mjere koje opisuju geometrijsku kompleksnost i/ili kompaktnost oblika zakrpe. Kvantificiraju konfiguraciju krajobraza u smislu geometrijske kompleksnosti (Slika 7) na razini zakrpe, klase i krajobraza. Većina tih metrika bazira se na odnosu opsega i površine.



Slika 7. Oblik

Interakcija oblika zakrpe i njezine veličine utječe na mnoge ekološke procese, međutim primarne ekološke posljedice oblika su povezane s efektom ruba, koji ima utjecaj na unutarnje vrste i integritet ekosustava.

### Područje jezgre

Ova grupa predstavlja metrike koje opisuju unutrašnjost zakrpe. Područje jezgre (Slika 8) definirano je kao područje unutar zakrpe, iza neke predhodno određene udaljenosti od ruba, a na koje rub nema utjecaj. Područje jezgre spoj je mjera oblika, površine i dubine ruba jer sve te tri mjere utječu na područje jezgre istovremeno.



Slika 8. Područje jezgre

U slučaju kada su sve mjere konstantne, a povećava se kompleksnost oblika smanjuje se područje jezgre. U slučaju kada su sve mjere konstantne, a povećava se površina

zacrpe, povećava se i područje jezgre. A ako su sve mjere konstantne, a povećava se dubina ruba, smanjuje se područje jezgre.

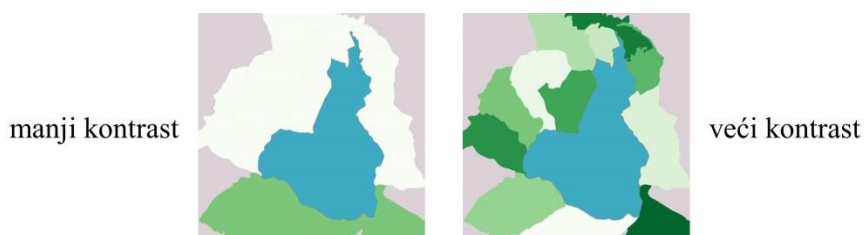
Područje jezgre bolji je pokazatelj kvalitete staništa od površine, ali za razliku od površine, na područje jezgre utječe oblik zacrpe. Prema tome, iako je neka zacrpa dovoljno velika da podrži neku vrstu, ne znači da ima i dovoljno pogodnog područja jezgre.

### Kontrast

Ova grupa metrika opisuje značaj kontrasta (razlike) uzduž ruba zacrpe (Slika 9), gdje se kontrast odnosi na značaj razlike između susjednih tipova zacrpi s obzirom na jedan ili više ekoloških atributa u mjerilu koje je od važnosti za organizam ili proces koji se istražuje.

Kontrast između zacrpi utječe na efekt ruba. Mikroklimatske promjene (vjetar, intenzitet i kvaliteta svjetlosti, itd.) će vjerojatnije dosežati dalje u zacrpu duž ruba s većim strukturnim kontrastom nego duž ruba s malim strukturnim kontrastom.

Izolacija zacrpe može biti funkcija kontrasta između zacrpe i njezinog ekološkog susjedstva. Stupanj kontrasta između zacrpe koja je stanište i okolnog krajobraza može utjecati na uzorak raspršenosti i opstanak, i na taj način indirektno utjecati na stupanj izoliranosti zacrpe.



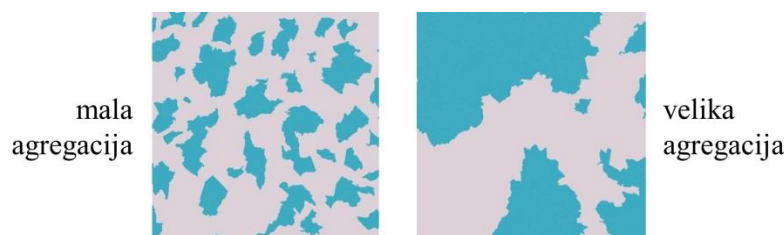
Slika 9. Kontrast

Granica između zacrpi može biti barijera za kretanje, diferencijalno propusna membrana koja omogućava neke ekološke protoke, ali sprječava druge, ili polupropusna membrana koja djelomično sprječava protoke.

### Agregacija

Agregacija se odnosi na tendenciju tipova zacrpi da budu prostorno grupirane (Slika 10). Ovo svojstvo često se naziva i tekstura. Termin agregacija koristi se kako bi se opisalo nekoliko blisko povezanih koncepata: 1. raspršenost, 2. razbacanost, 3.

podjela i 4. izolacija. Svaki od ovih koncepata agregacije povezan je sa širim konceptom agregacije, ali je suptilno različit od drugih.



Slika 10. Agregacija

*Raspršenost* se odnosi na prostornu distribuciju tipa zakrpe (klase) bez izričite veze s bilo kojim drugim tipom zakrpe. Bavi se rasprostranjenosti tipa zakrpe, što je veća raspršenost, to je agregacija klase ili krajobraza manja.

*Razbacanost* se odnosi na prostornu pomiješanost različitih tipova zakrpi (klasa) bez izričite veze s raspršenosti bilo kojeg tipa zakrpe. Razbacanost se isključivo bavi s time koliko često svaki tip zakrpe graniči sa svim drugim tipovima zakrpi.

Ova dva prostorna svojstva često su isprepletena u stvarnom krajobrazu, što su tipovi zakrpi raspršeniji također su i razbacaniji između drugih tipova zakrpi. Prema tome, agregiran krajobraz pokazuje nisku raspršenost i razbacanost, dok deagregiran krajobraz pokazuje visoku raspršenost i razbacanost. Bez obzira na to, ove dvije komponente mogu se mjeriti zajedno ili odvojeno.

*Podjela* je blisko povezana s konceptom raspršenosti, oba koncepta odnose se na agregaciju tipova zakrpi, ali se podjela izričito bavi stupnjem do kojeg su tipovi zakrpi razlomljeni (podijeljeni) u zasebne zakrpe (fragmente). Prema tome, dvije prostorne distribucije krajobraza mogu imati identični nivo raspršenosti, ali mogu imati vrlo različite stupnjeve podijeljenosti. Ove dvije komponente agregacije često su isprepletena u stvarnom krajobrazu, kako tipovi zakrpi postaju raspršeniji također su i podijeljeniji.

*Izolacija* je blisko povezana s konceptom podjele, oba se odnose na podjelu tipova zakrpi, ali se izolacija izričito bavi stupnjem do kojeg su zakrpe prostorno izolirane jedna od druge, dok se podjela ne odnosi na udaljenost između zakrpi, već samo da su one razdvojene. Prema tome, dvije prostorne distribucije krajobraza mogu imati identičan stupanj podjele, ali mogu imati vrlo različit stupanj izolacije, na primjer ako su zakrpe udaljenije unutar jednog krajobraza u usporedbi s drugim. Ove dvije

komponente agregacije često su isprepletene u stvarnom krajobrazu, kako tipovi zakrpi postaju podijeljeniji tako postaju i izoliraniji, ali to nije uvijek slučaj. Na primjer kada velike zakrpe podijeli cesta, raste stupanj podjele, ali zakrpe mogu i ne moraju biti izoliranije jedna od druge.

### Raznolikost

Ova grupa metrika opisuje kompoziciju krajobraza. To su u potpunosti prostorno nevezane mjere krajobraza koje se bave brojem i površinom tipova zakrpi (klasa) na razini krajobraza (Slika 11). Na metrike raznolikosti utječu dvije komponente – bogatstvo i jednakost.



Slika 11. Raznolikost

*Bogatstvo* se odnosi na broj prisutnih tipova zakrpi, a *jednakost* na distribuciji i površini između različitih tipova. Bogatstvo i jednakost su kompozicijske i strukturne komponente raznolikosti.

Iako su krajobrazne metrike izvor informacijama o strukturi krajobraza jednako tako predstavljaju i problem, izvor su nedoumice prilikom određivanja koliko je komponenti strukture krajobraza bitno i koje metrike upotrijebiti kako bi se opisalo te komponente (Cushman i sur., 2008). Najvažniji korak je pravilno određivanje mjerila heterogenosti krajobraza, kako bi se kasnija analiza mogla izvršiti u adekvatnom mjerilu (Gustafson, 1998). Kompleksnost krajobraza mijenja se obzirom na mjerilo u kojem se provodi analiza, zato što su krajobrazni elementi podložni promjenama s obzirom na promjenu mjerila, pa tako zakrpa ili koridor u nekom mjerilu može postati drugačija struktura u drugom mjerilu (Walz, 2015). O'Neill i sur. (1996) predlažu da bi veličina piksela trebala biti dva do pet puta manja od prostorne komponente od interesa, a obuhvat istraživanja dva do pet puta veći od zakrpi kako bi se izbjegla odstupanja kada se koriste indikatori krajobrazne strukture.

Krajobrazne metrike mogu biti korisni indikatori u analizi promjene namjene površina i ključne su za integriranu valorizaciju krajobraza (Tlapáková i sur., 2013). Također su koristan i esencijalan alat za primjenu koncepta krajobrazne ekologije u krajobraznom planiranju jer



je pomoću njih moguće mjeriti raspored krajobraznih elemenata i u prostoru i vremenu (Botequilha-Leitão i Ahern, 2002).

U svrhu kvantificiranja strukture krajobraza razvijeni su mnogobrojni kompjuterski programi, a jedan od njih je FRAGSTATS (McGarigal i sur., 2012), te mnogi programski dodaci za GIS programe, kao što su na primjer Patch Analyst za ArcGIS (Rempel i sur., 2012) i LecoS za QGIS (Jung, 2016).

### 3.4. Krajobrazno planiranje, krajobrazna ekologija i održivi razvoj i zaštita

Ekologija i planiranje imaju mnogo zajedničkih interesa, ekologija se bavi funkcioniranjem resursa, a fokus planiranja je na njihovo prikladno korištenje za ljudsku dobrobit (Botequilha-Leitão i Ahern, 2002). Od svog začetka ekologija osigurava znanstvene temelje za razumijevanje prirodnih procesa, upravljanje prirodnim resursima i postizanje održivog razvoja (Makhzoumi, 2000). Ekologija u kontekstu prilagodbe i razvoja velikih područja krajobraza više je stvar razumijevanja i prihvaćanja prirodnih sila, nego identifikacija uzoraka različitih biljnih zajednica (Hackett, 1967). Kako bi razumjeli zašto krajobraz izgleda tako kako izgleda, ne možemo se ograničiti samo na prirodni ili fizički okoliš već je nužno razumjeti ljudski utjecaj i kulturu (Forman i Godron, 1986).

Krajobrazna ekologija i krajobrazno planiranje blisko su povezana interdisciplinarna područja (Slika 12) s obzirom da se oboje fokusiraju na ekologiju prirodnih i ljudima dominiranim krajobrazima, a posebno na njihove prostorne i vremenske uzorke i promjene koje su nastale interakcijom između ljudi i prirodnih procesa (Ndubisi, 2002).



Slika 12. Povezanost krajobrazne ekologije i krajobraznog planiranja

Djela mnogih autora omogućila su primjenu ekoloških koncepata u krajobraznom planiranju, kao na primjer tehnika preklapanja karata Iana McHarga, studije Waff-a čiji je fokus bio na strukturu zakrpi kao osnove za razumijevanje uzoraka vegetacije, pregled učinaka fragmentacije u ljudima dominiranim krajobrazima Burgess-a i Sharpe-a, te Holling-ovog koncept adaptivnog upravljanja (Turner i sur., 2001). Ian McHarg (1969) među prvima je zagovarao da ekologija bude temeljna znanost za regionalno planiranje, koncipirao je analizu pogodnosti koja eksplicitno povezuje ekologiju s planiranjem. Eksplicitna primjena krajobrazne ekologije u planiranju omogućuje oponašanje i/ili očuvanje prirodnih procesa (Farina, 1998). Krajobrazna ekologija sa svojim fokusom na razumijevanje prostornih promjena koje uključuju međusobno povezane ekosustave stvara okvir za razmjenu ideja o načinu kreiranja održivog krajobraza, pomoću kojeg krajobrazni planeri mogu istraživati kako se struktura zemljišta mijenja s obzirom na ljudima izazvane i prirodne procese (Ndubisi, 2002). Wu (2006) ističe značajke kojima krajobrazna ekologija može znatno doprinijeti održivom razvoju:

- smatra krajobraz osnovnom prostornom jedinicom za proučavanje i provođenje koncepata održivog razvoja jer predstavlja najmanje mjerilo iznad kojeg se interakcija između ljudi i prirode može adekvatno proučavati,
- osigurava hijerarhijske i integrativne ekološke osnove za rješavanje problema bioraznolikosti i funkcioniranja ekosustava na mnogobrojnim razinama prostornog mjerila,
- već je razvila neke holističke i humanističke pristupe za proučavanje interakcija prirode i ljudi koji su bitni za znanost o održivosti,
- nudi teoriju i metode za proučavanje efekata prostorne heterogenosti ili biofizičke i socioekonomske konfiguracije na održivost,
- kako bi se znanost o održivosti razvila mora se kvantificirati što god održivost znači, a u tu svrhu mogu se iskoristiti baze metoda i krajobrazne metrike,
- osigurava teoretski i metodološki okvir za rješavanje problema mjerila i nesigurnosti koje su sastavni dio većeg broja interakcije između prirode i ljudi.

Istraživanja u krajobraznoj ekologiji poboljšala su razumijevanje uzoraka i posljedica prostorne heterogenosti, te kako variraju s obzirom na mjerilo čime se utjecalo na upravljanje prirodnim i ljudima dominiranim krajobrazima (Turner, 2005). Bilo kakvo planiranje i upravljanje krajobrazom s ciljem postizanja održivosti mora započeti analizom i



razumijevanjem prisutnih krajobraznih elemenata, njihove međusobne interakcije, te promjena unutar njih tijekom vremena (Forman i Godron, 1986). Zajednički koncept krajobraznih ekologa i planera su namjena površina i površinski pokrov, prostorne strukture i uzorci, te različite vrste promjena (Antrop, 2001). Razumijevanje krajobraznih uzoraka i procesa, koje omogućava krajobrazna ekologija, neophodno je za racionalno planiranje korištenja zemljišta i upravljanje, te za zaštitu bioraznolikosti (Hobbs, 1997). Principi krajobrazne ekologije mogu se upotrijebiti za planiranje ili upravljanje ključnih vrsta, ostacima šuma, mrežom šumskih zemljišta u usjevima ili kako bi se utjecalo i upravljalo urbanim razvojem (Farina, 1998). Krajobrazna ekologija pruža znanstvenu osnovu krajobraznom planiranju u procesu donošenja posebno eksplicitnih hipoteza ili predviđanja o tome kako će se funkcioniranje krajobraza promijeniti s obzirom na ljudski ili prirodni utjecaj (Ndubisi, 2002). Postavljanjem prostornih odluka na odgovarajuće mjesto dozvoljava predviđanje s određenom sigurnošću da će bioraznolikost, tlo i voda biti održivo očuvani za buduće generacije, što ne znači da će se time očuvati svaka vrsta i svaka čestica tla, ali će na ovakav način prostorni uzorci očuvati većinu atributa (Forman, 1995a). Vos i sur. (2007) predlažu pristup za integraciju krajobrazne ekologije i krajobraznog planiranja, sačinjenog od tri važna koraka kako bi se premostila rupa između osnovnih istraživanja krajobrazne ekologije i njihova primjena u krajobraznom planiranju:

1. korak – pretvaranje osnovnog ekološkog znanja o jedinkama i populacijama vrsta u razine minimalne kvalitete staništa, područja i strukture u određenom prostornom mjerilu.
2. korak – uklapanje tih uvjeta za pojedine vrste u uvjete koji podržavaju više vrsta ili ekosustave.
3. korak – prijenos tog znanja za primjenu u različitim koracima procesa planiranja.

Bit zaštite prirode je očuvanje Zemljine bioraznolikosti, a kako bi bila učinkovita mora osigurati održivost populacija vrsta, ekosustava kojih su dio i staništa koja su im potrebna da bi opstala i napredovala (Wiens, 2009). Zaštita prirode najčešće se bazira na zaštiti ugroženih biljaka i životinja, zaštiti reprezentativnih biotopa što uključuje zajednice i ekološke procese, te zaštiti područja s velikom biološkom i ekološkom raznolikosti, što za posljedicu ima zaštitu strukture, a ne ključnih procesa (Farina, 1998). Međutim, zaštita prirode napredovala je i fokus s lokalne razine pomaknut je na globalnu, sa zaštite područja od velike prirodne koncentracije na povezivanje prirodnih i antropogenih područja pomoću zelenih koridora,

ekosustavske koherentnosti i ekoloških mreža, što je od iznimne važnosti za održivu zaštitu i razvoj (Jongman i Pungetti, 2004). Prema tome, zaštitno planiranje mora uzeti u obzir sve razine biološke organizacije, od populacija do krajobraza, a kako bi se očuvale vrste i procesi potrebno je dovoljno prostora unutar kojeg prirodni poremećaji i ekosustavi mogu uzajamno djelovati (Farina, 1998). S obzirom na to da vrste teško opstaju u fragmentiranim krajobrazima, koji su zapreka ključnom cilju održive zaštite, zaštita područja na lokalnoj razini može biti uspješna jedino ako su ta područja dovoljno velika (Jongman i Pungetti, 2004). Za krajobrazne ekologe mjesta, odnosno staništa koja su od interesa konzervatora dio su mozaika šireg krajobraza, čija se zaštita temelji na razumijevanju krajobraznih uzoraka i procesa, a njihova struktura, prostorna konfiguracija i kontekst osnova su zaštite i upravljanja na način koji unapređuje dobrobiti ljudi i prirode (Wiens, 2009). Wiens (2009) navodi četiri načina na koji krajobrazna ekologija može doprinjeti zaštiti krajobraza:

1. zaštićena područja koja su određena za zaštitu nisu zasebna, izolirana područja već postoje u kontekstu šireg mozaika krajobraza, koji može ohrabriti ili obeshrabriti kretanje individua u i iz nekog područja,
2. okruženje zaštićenog područja može sadržavati prijetnje bioraznolikosti područja pod zaštitom, od kojih su jedan od primjera posljedice ljudskih aktivnosti, ali uključivanjem okruženja zaštićenog područja i kombinacijom veze s okolinom može se postići efikasno područje zaštite,
3. mjerilo administrativnog područja ili upravljanog dijela ne mora se nužno preklapati s mjerilom populacije, poremećaja ili ekoloških procesa,
4. krajobraz obuhvaća ljude i njihove aktivnosti, a kako bi se postigla održiva zaštita neophodno je razmotriti kompromis između ljudske upotrebe i vrijednosti bioraznolikosti krajobraza.

Unutar prakse krajobraznog planiranja postoje tri pristupa zaštiti krajobraza: definiranje zaštićenih područja što se smatra planiranjem unaprijed, analiza ranjivosti koja predstavlja dio procesa unutar kojeg se traže rješenja, i procjena utjecaja na okoliš koja ulazi u proces planiranja na kraju kada su odluke o planiranom zahvatu u prostoru već određene u prostornim planovima (Marušić, 1993). Krajobrazno planiranje uključuje iznošenje normativnih rješenja o željenoj strukturi krajobraza, dok krajobrazna ekologija može osigurati teoriju na temelju koje će se određivati optimalne prostorne strukture, krajobrazno planiranje

mora uzeti u obzir i posljedice, uključujući i one etičke, primjenjivanja te teorije (Ndubisi, 2002).

Krajobrazna ekologija u Europi smatra se znanstvenom bazom za prostorno i krajobrazno planiranje, što se očituje kroz cijeli niz krajobrazno ekološki planersko orijentiranih i drugih studija kompleksne veze između modernog čovjeka i njegovog okoliša, kulturnog i izgrađenog krajobraza, s ciljem kompromisa između sukobljenih prirodnih, kulturnih i socioekonomskih zahtjeva, i u isto vrijeme, obogaćivanja čovjekovog biološkog okoliša (Naveh i Lieberman, 1994).

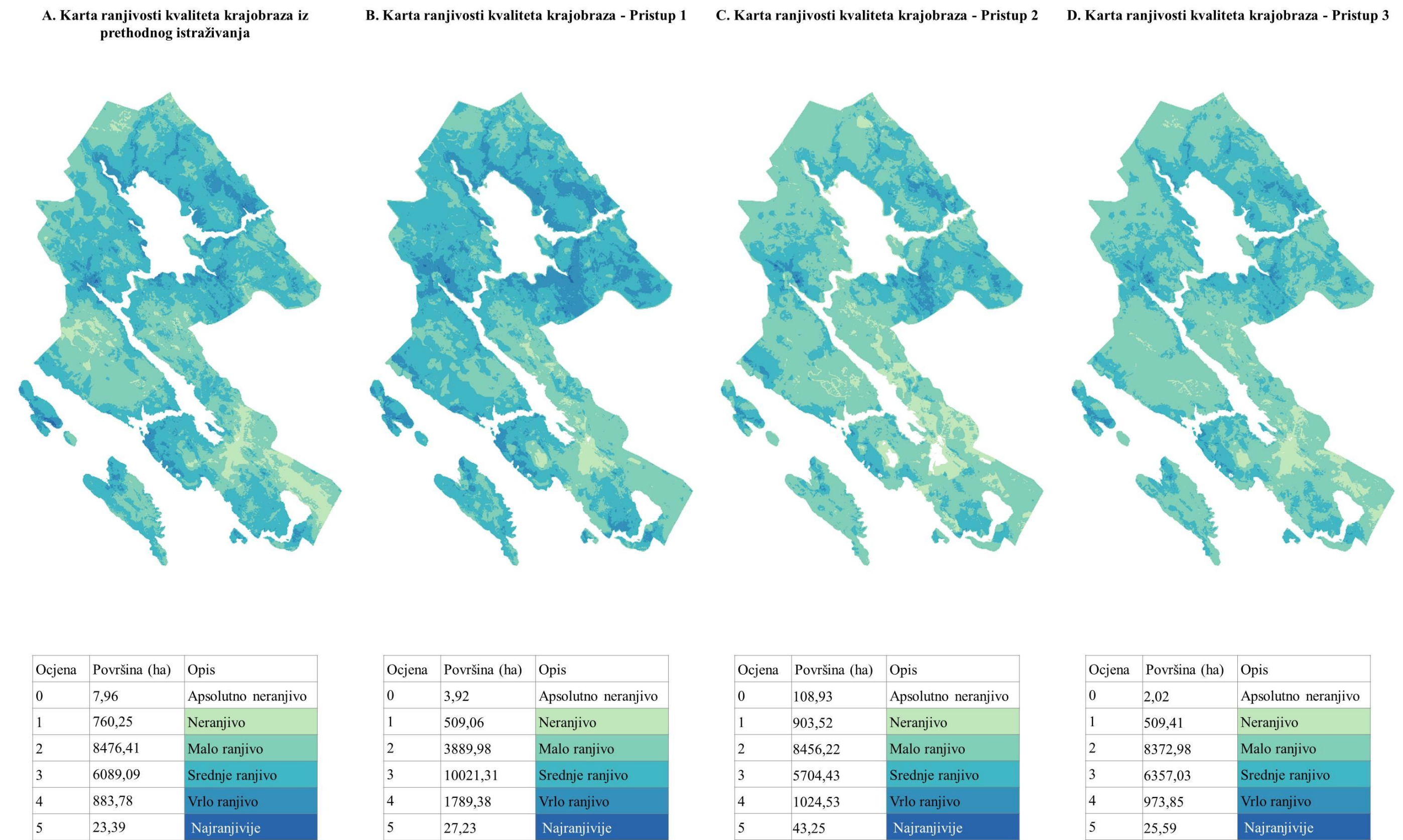
Razmatranje alternativnih scenarija i njihovog ekološkog obuhvata važno je u krajobraznoj ekologiji (Turner, 2005), jednako kao i u krajobraznom planiranju jer su odluke o alternativnim budućnostima, u kontekstu krajobraza, način posredovanja između ljudskih aktivnosti i prirodnih procesa (Ndubisi, 2002). Planiranje kojem je cilj sklad ljudi i krajobraza jedan je od obećavajućih putova ponovnog uspostavljanja dijalekta između ljudi i prirodnih procesa (Ndubisi, 2002).

#### 4. REZULTATI

Preklapanjem podmodela ranjivosti prirodnih, vizualnih, kulturnih i kvaliteta prirodnih resursa iz prethodnog istraživanja dobivena je vrijednosna karta ranjivosti šireg područja rijeke Krke s obzirom na djelatnost mediteranskog voćarstva (Slika 13.A.). U ovom istraživanju izrađen je podmodel ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza na temelju prethodno definiranih kriterija (površina zakrpi, oblik zakrpi, količina jezgre, udaljenost zakrpi, prepreke, fragmentiranost krajobraza i prostorni raspored elemenata, raznolikost). Dobiveni podmodel ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza je u procesu preklapanja podmodela preklapan s podmodelima iz prethodnog istraživanja na tri različita načina:

1. **Pristup 1** – podmodeli ranjivosti svih kvaliteta krajobraza (prirodnih, vizualnih, kulturnih, prirodnih resursa i ekoloških) međusobno su preklapljeni, svaki kao zasebni podmodel  $[P + V + K + PR + E]$ ,
2. **Pristup 2** – podmodel ranjivosti prirodnih kvaliteta krajobraza zamijenjen je s podmodelom ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza koji je preklapljen s ostalim navedenim podmodelima ranjivosti kvaliteta krajobraza  $[V + K + PR + E]$ .
3. **Pristup 3** – podmodeli ranjivosti prirodnih i ekoloških kvaliteta krajobraza zajedno čine podmodel ranjivosti prirodnih kvaliteta krajobraza koji je preklapljen s ostalim navedenim podmodelima  $[(P + E) + V + K + PR]$ .

Dobiveni rezultati ranjivosti (Slika 13.B., 13.C. i 13.D.) su vrijednosne tematske karte dobivene kalibracijom brojčanih i opisnih vrijednosti koje iskazuju stupnjeve ranjivosti. Brojčane vrijednosti korištene pri vrednovanju su u rasponu od 0 do 5, pri čemu ocjena 0 označava apsolutno neranjiva, odnosno područja najmanje kvalitete, a ocjena 5 najranjivija, odnosno najkvalitetnija područja. Najranjivija (ocjena 5) su ona područja čije su prirodne, vizualne, kulturne, kvalitete prirodnih resursa, te ekološke kvalitete najizraženije. To su prvenstveno površine prirodne vegetacije, arheološka područja i lokaliteti, područja visokog vizualnog potencijala, te područja na kojem se nalaze prirodni resursi velike vrijednost za potencijalni razvoj (Tomić i sur., 2015). U ekološkom kontekstu to su područja veće raznolikosti, koja obuhvaćaju velike zakrpe pojedinog tipa staništa, koje su pravilnog oblika s velikom površinom jezgre, dobro povezane s drugim zakrpama istog tipa staništa, te područja na kojima se ne nalazi veliki broj prepreka, nisu fragmentirana i gdje je prostorni raspored istih tipova staništa pravilan.



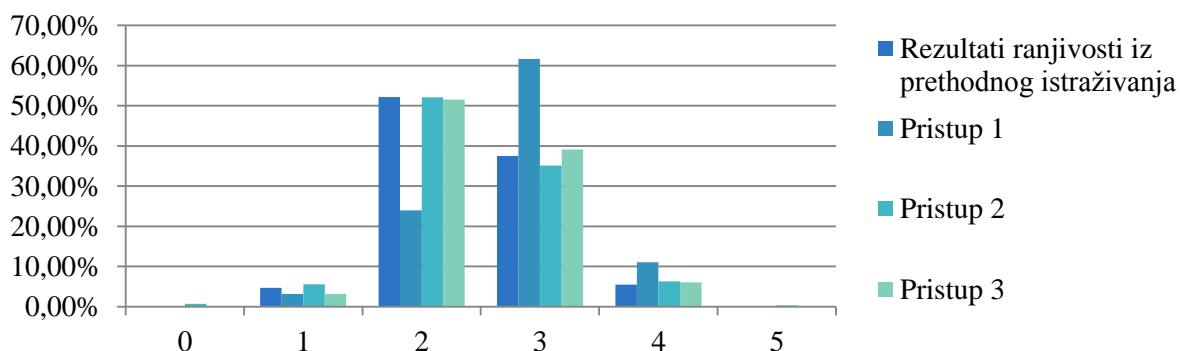
Slika 13. A., B., C., D. Usporedni prikaz vrijednosne karte ranjivosti iz prethodnog istraživanja (A.) s vrijednosnim kartama ranjivosti kvaliteta krajobraza iz ovog istraživanja (B. Pristup 1, C. Pristup 2, D. Pristup 3)

#### 4.1. Ranjivost kvaliteta krajobraza iz prethodnog i ovog istraživanja

Prikaz rezultata ranjivosti kvaliteta krajobraza iz prethodnog istraživanja i rezultata ranjivosti kvaliteta krajobraza ovog istraživanja (s obzirom na tri različita pristupa međusobnom preklapanju podmodela ranjivosti) prikazani su u Tablici 1 i Grafičkom prikazu 1.

**Tablica 1.** Usporedni prikaz postotnih udjela površina svake ocjene (0 – 5) prethodnog istraživanja i postotnih udjela površina svake ocjene (0 – 5) tri različita pristupa iz ovog istraživanja

Ocjena ranjivosti	Rezultati ranjivosti iz prethodnog istraživanja	Pristup 1	Pristup 2	Pristup 3
0	0,05%	0,02%	0,67%	0,01%
1	4,68%	3,13%	5,56%	3,14%
2	52,19%	23,95%	52,07%	51,55%
3	37,49%	61,70%	35,12%	39,14%
4	5,44%	11,02%	6,31%	6,00%
5	0,14%	0,17%	0,27%	0,16%



**Grafički prikaz 1.** Usporedni prikaz postotnih udjela površina svake ocjene (0 – 5) prethodnog istraživanja i postotnih udjela površina svake ocjene (0 – 5) tri različita pristupa iz ovog istraživanja

Kao što se vidi u Tablici 1 i Grafičkom prikazu 1 odnos postotnih udjela površina s ocjenom 5 i 0 ostao je relativno isti. Kod ocjene 4 u slučaju Pristupa 2 i 3 nema većih razlika u odnosu na prethodno istraživanje, dok se kod Pristupa 1 povećao postotni udio površina pod tom ocjenom. Odnos postotnih udjela površina koje obuhvaćaju ocjenu 3 u prethodnom istraživanju i Pristupu 2 i 3 približno je isti, dok je postotni udio tih površina kod Pristupa 1 veći. Kod ocjene 2 odnos postotnih udjela površina Pristupa 2 i 3 relativno je isti u odnosu na prethodno istraživanje, dok se kod Pristupa 1 smanjio postotni udio površina pod ocjenom 2. Postotni udio površina pod ocjenom 1 kod Pristupa 1 i 3 manji je u odnosu na prethodno istraživanje, dok se kod Pristupa 2 neznatno povećao postotni udio površina pod tom ocjenom.

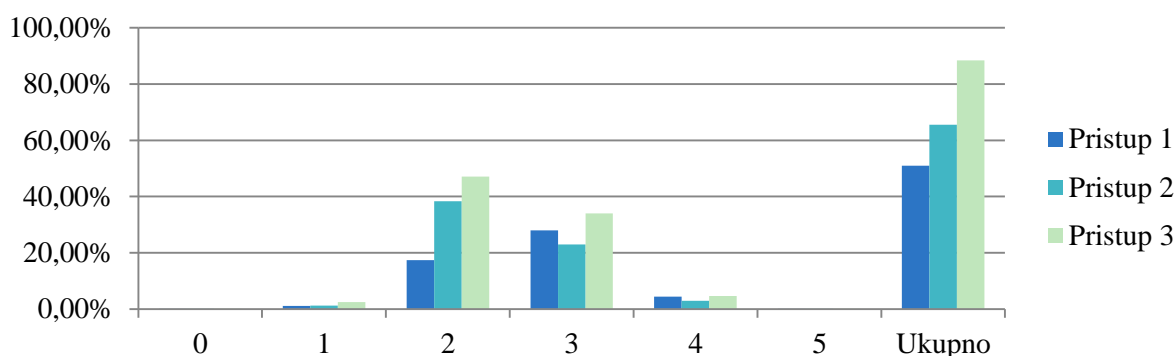


## 4.2. Nepromijenjene površine pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje

Postotni udio nepromijenjenih površina pojedinog pristupa u odnosu na rezultate ranjivosti kvaliteta krajobraza prethodnog istraživanja (za svaku ocjenu pojedinačno) prikazan je u Tablici 2 i Grafičkom prikazu 2.

**Tablica 2.** Postotni udio nepromijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje

Ocjena ranjivosti	Pristup 1	Pristup 2	Pristup 3
0	0,01	0,01	0,01
1	1,16	1,25	2,49
2	17,38	38,30	47,14
3	27,92	22,94	34,01
4	4,41	2,96	4,66
5	0,07	0,07	0,10
<b>Ukupno (%)</b>	<b>50,96%</b>	<b>65,53%</b>	<b>88,42%</b>



**Grafički prikaz 2.** Postotni udio nepromijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje

Iz Tablice 2 i Grafičkog prikaza 2 vidljivo je da je najveći udio površina koji je ostao nepromijenjen u odnosu na prethodno istraživanje kod Pristupa 3 (88,42 %). Najmanji udio površina koji je ostao nepromijenjen u odnosu na prethodno istraživanje je kod Pristupa 1 (50,96 %). Postotni udio nepromijenjenih površina u odnosu na prethodno istraživanje kod Pristupa 2 iznosi 65,53 %.

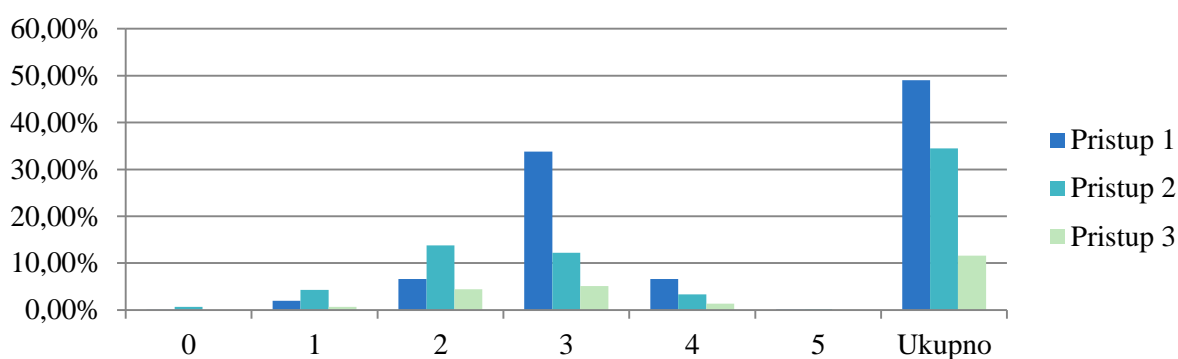
Najveći postotni udio nepromijenjenih površina unutar pojedine ocjene kod Pristupa 1 je u ocjeni 3 (27,92 %), kod Pristupa 2 u ocjeni 2 (38,30 %) i kod Pristupa 3 u ocjeni 2 (47,14 %). Najmanji udio nepromijenjenih površina u odnosu na prethodno istraživanje unutar pojedine ocjene kod sva tri pristupa je u ocjeni 0 i iznosi 0,01 %.

### 4.3. Promijenjene površine pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje

Postotni udio promijenjenih površina pojedinog pristupa u odnosu na rezultate ranjivosti kvaliteta krajobraza prethodnog istraživanja (za svaku ocjenu pojedinačno) prikazan je u Tablici 3 i Grafičkom prikazu 3.

**Tablica 3.** Postotni udio promijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje

Ocjena ranjivosti	Pristup 1	Pristup 2	Pristup 3
0	0,01	0,66	
1	1,97	4,31	0,65
2	6,58	13,77	4,41
3	33,78	12,18	5,13
4	6,60	3,35	1,33
5	0,09	0,19	0,05
<b>Ukupno (%)</b>	<b>49,04%</b>	<b>34,47%</b>	<b>11,58%</b>



**Grafički prikaz 3.** Postotni udio promijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje

Iz Tablice 3 i Grafičkog prikaza 3 vidljivo je da je najveći postotni udio površina koji se promijenio u odnosu na prethodno istraživanje kod Pristupa 1 (49,04 %), a najmanji kod Pristupa 3 (11,58 %). Postotni udio promijenjenih površina u odnosu na prethodno istraživanje kod Pristupa 2 iznosi 34,47 %.

Najveći postotni udio promijenjenih površina unutar pojedine ocjene kod Pristupa 1 je u ocjeni 3 (33,78 %), kod Pristupa 2 u ocjeni 2 (13,77 %) i kod Pristupa 3 u ocjeni 3 (5,13 %). Najmanji postotni udio promijenjenih površina u odnosu na prethodno istraživanje unutar pojedine ocjene kod Pristupa 1 je u ocjeni 0 (0,01 %), kod Pristupa 2 u ocjeni 5 (0,19 %) i kod Pristupa 3 u ocjeni 5 (0,05 %).



#### 4.4. Razlike Pristupa 1 u odnosu na prethodno istraživanje

U Tablicama 4, 5 i 6 sivo obojena polja predstavljaju ukupan zbroj postotnog udjela površina svake pojedine ocjene (0 – 5) koji je ostao nepromijenjen u odnosu na prethodno istraživanje. Redovi označavaju do kakve je promjene došlo unutar svake pojedine ocjene u odnosu na prethodno istraživanje. Ukupna razlika postotnog udjela površina za svaku pojedinu ocjenu u odnosu na prethodno istraživanje prikazana je u stupcu Razlika na kraju tablica 4, 5 i 6.

Ukupna najveća razlika postotnog udjela površina kod Pristupa 1 u odnosu na prethodno istraživanje (Tablica 4) je u ocjeni 3 i iznosi 33,75 %, od čega je 32,85 % od te površine u prethodnom istraživanju bilo je unutar ocjene 2, a 0,93 % unutar ocjene 4. Najmanja ukupna promjena u odnosu na prethodno istraživanje je u ocjeni 0 i iznosi 0,01 %, koji su u prethodnom istraživanju bili unutar ocjene 1. Sve ostale pojedinačne i ukupne vrijednosti nepromijenjenih i promijenjenih površina Pristupa 1 u odnosu na prethodno istraživanje navedene su u Tablici 4 i prikazane na Slikama 14.A. i 15.A.

**Tablica 4.** Postotni udio promijenjenih i nepromijenjenih površina Pristupa 1 u odnosu na prethodno istraživanje

Ranjivost iz prethodnog istraživanja								
Pristup 1		0	1	2	3	4	5	Razlika (%)
	0	0,01	0,01					0,01
	1		1,16	1,97				1,97
	2		3,50	17,38	3,07			6,58
	3			32,85	27,92	0,93		33,75
	4				6,50	4,41	0,11	6,61
	5					0,09	0,07	0,09
Ukupno (%)								49,04 %

#### 4.5. Razlike Pristupa 2 u odnosu na prethodno istraživanje

Ukupna najveća razlika postotnog udjela površina između Pristupa 2 i prethodnog istraživanja (Tablica 5) je unutar ocjene 2 i iznosi 13,77 %, od čega je 2,85 % te površine u prethodnom istraživanju bilo unutar ocjene 1, 10,66 % unutar ocjene 3 i 0,25 % unutar ocjene 4. Najmanja razlika postotnog udjela površina Pristupa 2 u odnosu na prethodno istraživanje je u ocjeni 5 i iznosi 0,19 % površine koja je u prethodnom istraživanju bila unutar ocjene 4. Sve ostale pojedinačne i ukupne vrijednosti postotnih udjela nepromijenjenih i promijenjenih površina Pristupa 2 u odnosu na prethodno istraživanje navedene su u Tablici 5 i prikazane na Slikama 14.B. i 15.B.

**Tablica 5.** Postotni udio promijenjenih i nepromijenjenih površina Pristupa 2 u odnosu na prethodno istraživanje

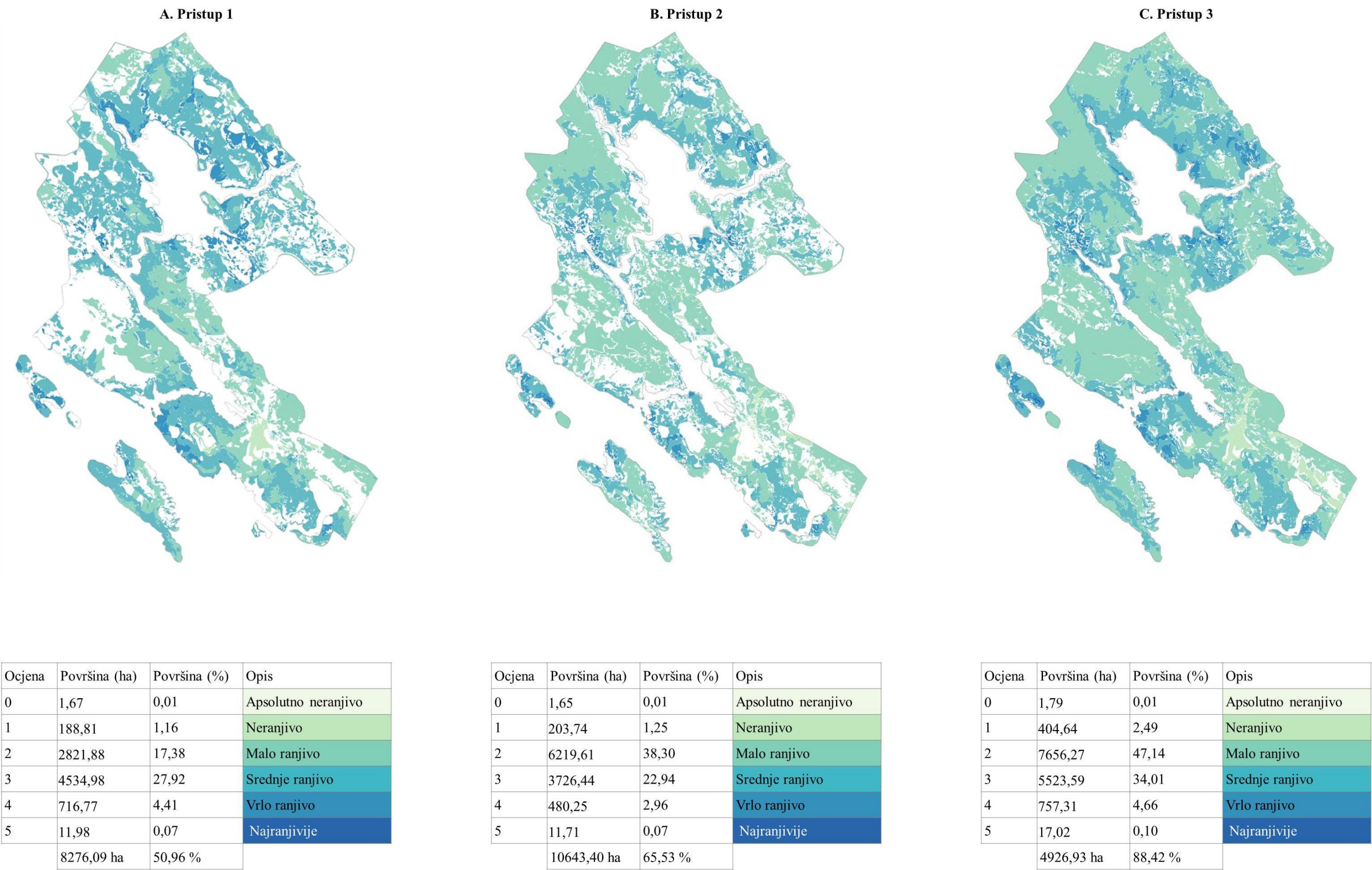
Ranjivost iz prethodnog istraživanja								
Pristup 2		0	1	2	3	4	5	Razlika (%)
	0	0,01	0,57	0,09				0,66
	1		1,25	3,72	0,59			4,31
	2		2,85	38,30	10,66	0,25		13,77
	3			10,09	22,94	2,04	0,05	12,18
	4				3,30	2,96	0,06	3,35
	5					0,19	0,07	0,19
Ukupno (%)								34,47 %

#### 4.6. Razlike Pristupa 3 u odnosu na prethodno istraživanje

Ukupna najveća razlika postotnog udjela u površinama između Pristupa 3 i prethodnog istraživanja (Tablica 6) je unutar ocjene 3 i iznosi 5,13 %, od čega je 4,41 % površine u prethodnom istraživanju bilo unutar ocjene 1, a 0,73 % unutar ocjene 4. Najmanja razlika postotnog udjela površina Pristupa 3 u odnosu na prethodno istraživanje je u ocjeni 5 i iznosi 0,05 % površine koja je u prethodnom istraživanju bila unutar ocjene 4. Sve ostale pojedinačne i ukupne vrijednosti nepromijenjenih i promijenjenih površina Pristupa 3 u odnosu na prethodno istraživanje navedene su u Tablici 6 i prikazane na Slikama 14.C. i 15.C.

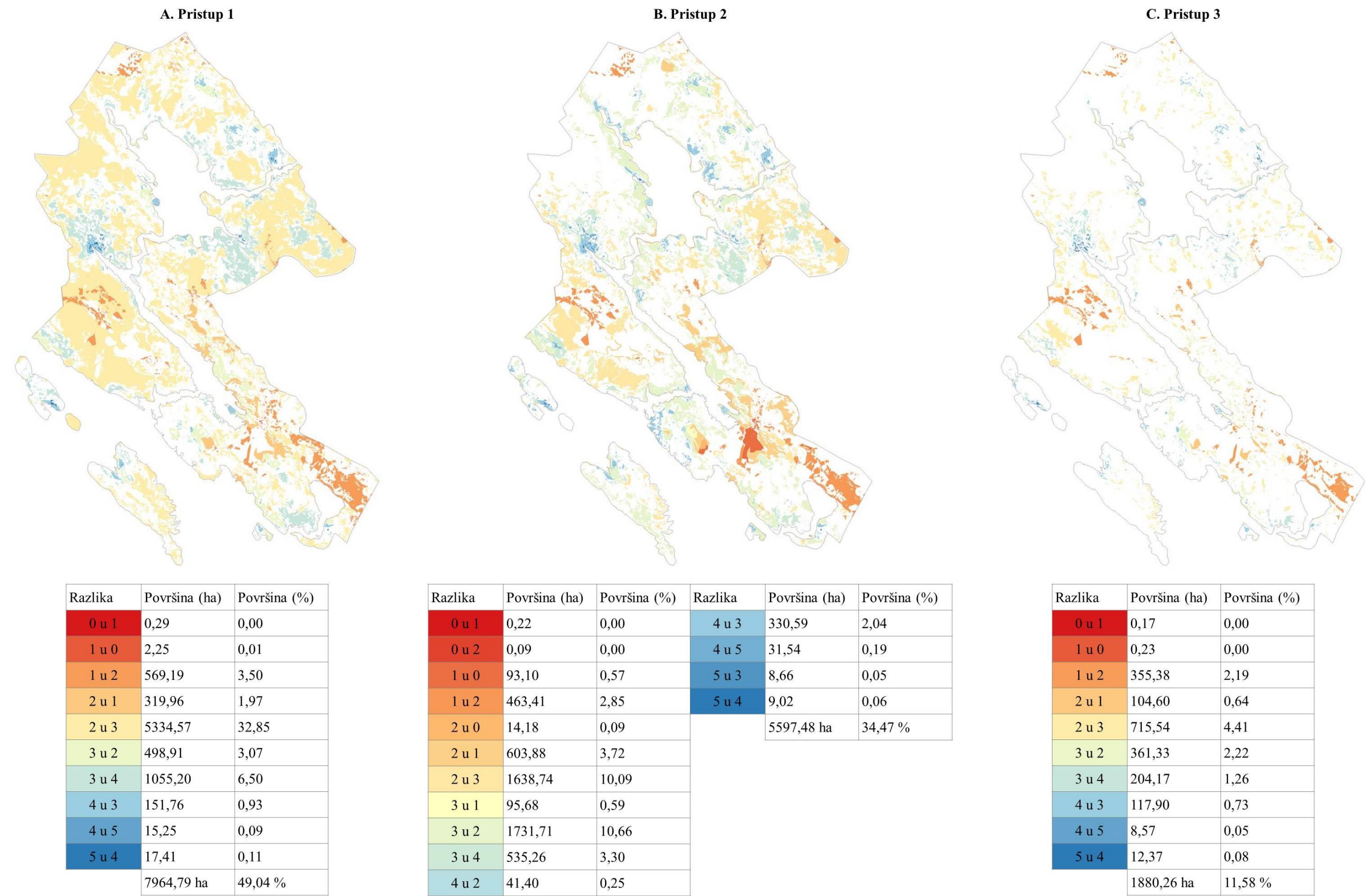
**Tablica 6.** Postotni udio promijenjenih i nepromijenjenih površina Pristupa 3 u odnosu na prethodno istraživanje

Ranjivost iz prethodnog istraživanja								
Pristup 3		0	1	2	3	4	5	Razlika (%)
	0	0,01						
	1		2,49	0,64				0,65
	2		2,19	47,14	2,22			4,41
	3			4,41	34,01	0,73		5,13
	4				1,26	4,66	0,08	1,33
	5					0,05	0,10	0,05
	Ukupno (%)							11,58 %



Slika 14. A., B., C. Postotni udio nepromijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje





Slika 15. A., B., C. Postotni udio promjena/razlika površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na ocjene iz prethodnog istraživanja

## 5. ZAKLJUČAK

Krajobraz je više od vizualnog resursa, to je cjelina koju čine međusobno povezani ekosustavi različitih funkcija koje ljudima i ostalim živim bićima pružaju mnogobrojne koristi. Udaljavanje od poimanja krajobraza dominiranog vizualnim atributima ka dinamičnoj i sveobuhvatnoj percepciji krajobraza kao holističkog entiteta pridonosi boljem razumijevanju krajobraza. Ujedno takva percepcija pridonosi i zaštiti ekosustava i ekoloških procesa čime se čuva ekološka raznolikost i osigurava održivost. Vrijednost krajobraza temelji se na njegovoj heterogenosti, što je krajobraz raznolikiji to je i njegov kapacitet da podrži i održi mnogobrojne funkcije i dobrobiti za ljude i ostala živa bića veći. Međutim, velika raznolikost krajobraza može biti rezultat njegove fragmentiranosti, a posljedica toga su njegova narušena struktura i funkcije, te samim time dobrobiti koje pruža. Načine kako spriječiti daljnju fragmentaciju krajobraza i postići njegovu održivost moguće je naći u krajobraznoj ekologiji i krajobraznom planiranju. Krajobrazna ekologija temelji se na spoznaji da su ekosustavi međusobno povezani, te da njihova struktura u velikoj mjeri utječe na funkcije koje se unutar njih odvijaju, a samim time i na cjelokupni krajobraz. Krajobrazno planiranje daje optimizirana rješenja o budućoj namjeni nekog krajobraza. Ona su utemeljena na usklađenim ciljevima razvoja i zaštite, prepoznavanjem vrijednosti krajobraza koje je potrebno zaštititi, a da se istovremeno ne onemogućava razvoj tog područja. Krajobrazna ekologija omogućava krajobraznim planerima razumijevanje krajobraznih uzoraka i procesa, što je neophodno za racionalno planiranje korištenja i upravljanja zemljišta, te za zaštitu krajobraza (Hobbs, 1997). Primjena krajobrazne ekologije u krajobraznom planiranju omogućava očuvanje i oponašanje prirodnih procesa (Farina, 1998), što je neophodno kako bi se postigao održivi razvoj i zaštita.

Ovaj rad prikazuje mogućnost korištenja krajobraznih metrika kao jednog od dodatnih alata u postupku krajobraznog planiranja. Korištene su kao temelj za objektivno kvantitativno vrednovanje prostorne strukture krajobraza, koja je pokazatelj njegovog ekološkog stanja i preduvjet za proučavanje njegove funkcije i promjene u nekom određenom vremenu. Krajobrazne metrike korištene su u procesu analize ranjivosti pomoću višekriterijske analize, koja je karakteristična za proces krajobraznog planiranja. Ovakvim pristupom dobiven je podmodel ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza kojim se ističu ranjiva područja s obzirom na potencijalne degradacije koje bi mogle nastati uslijed razvoja djelatnosti mediteranskog voćarstva, te ih je neophodno zaštititi. Preklapanjem podmodela ranjivosti ekoloških kvaliteta

krajobraza i podmodela ranjivosti kvaliteta krajobraza (prirodnih, vizualnih, kulturnih i kvaliteta prirodnih resursa) iz prethodnog istraživanja na tri različita načina dobivena su tri različita modela ranjivosti kvaliteta krajobraza. Provedenom usporedbom svakog pojedinog dobivenog modela ranjivosti s modelom ranjivosti iz prethodnog istraživanja uočene su razlike do kojih je došlo zbog načina preklapanja pojedinih podmodela (prirodnih, vizualnih, kulturnih, kvaliteta prirodnih resursa i ekoloških kvaliteta). Kod Pristupa 1 razlika u postotnom udjelu površina koje su se promijenile u odnosu na prethodno istraživanje iznosi 49,04 %, kod Pristupa 2 34,47 %, a kod Pristupa 3 11,58 %. Iz dobivenih rezultata i Slike 15. A., B, i C vidljivo je da je najveća dinamika promjena kod Pristupa 2, ali da to nije uvjetovalo i najveću ukupnu promjenu u odnosu na prethodno istraživanje.

Ovakav pristup analizi krajobraza predstavlja vrijedan dodatak za utvrđivanje ranjivosti njegovih kvaliteta kao temelja za njihovu zaštitu. Primjenom krajobraznih metrika u procesu krajobraznog planiranja osigurava se dodatna objektivizacija prilikom donošenja odluka o budućoj namjeni prostora. Ovakvim pristupom omogućava se jednostavno praćenje promjena u strukturi krajobraza kako bi se spriječila njegova daljnja degradacija uslijed sve većih potreba ljudi za životnim prostorom i prirodnim resursima.

Krajobrazne metrike predstavljaju dodatni alat krajobraznim planerima pomoću kojeg, uz ograničeno znanje o ekološkim procesima, te pažljivim odabirom kriterija mogu objektivno i kvantitativno procijeniti i opisati ekološko stanje krajobraza na temelju njegove strukture. Međutim, to ne isključuje činjenicu da je suradnja i razmjena znanja između krajobraznih ekologa, krajobraznih planera i drugih stručnjaka neophodna kako bi se postigli ciljevi održivog razvoja i zaštite krajobraza, a samim time i čitavih regija.

## PREGLED LITERATURE

1. Ahern, J. (2006). *Theories, methods and strategies for sustainable landscape planning*. U: Tress, B., Tress, G., Fry, G., Opdam, P. (ur.). *From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Application*. Springer, Dordrecht. 119-131.
2. Antičić, O., Kušan, V., Jelaska, S. D., Bukovec, D., Križan, J., Bakran-Petricioli, T., Gottstein Matočec, S., Pernar, R., Hećimović, Ž., Janeković, I., Grgurić, Z., Hatić, D., Major, Z., Mrvoš, D., Peternel, H., Petricioli, D., Tkalčec, S. (2005). *Kartiranje staništa Republike Hrvatske (2000.-2004.) – pregled projekta*. Drypis. 1.  
Dostupno na:  
<http://www.drypis.info/Teku%C4%87egodi%C5%A1te/Kartiranje%20stani%C5%A1ta/ta%20bid/125/Default.aspx> (10.5.2016)
3. Antrop, M. (2001). *The language of landscape ecologists and planners: A comparative content analysis of concepts used in landscape ecology*. *Landscape and Urban Planning*. 55(3): 163-173.
4. Antrop, M. (2006). *Sustainable landscapes: contradiction, fiction or utopia?* *Landscape and Urban Planning*. 75(3-4): 187-197.
5. Antrop, M. (2007). *The preoccupation of landscape research with land use and land cover*. U: Wu, J., Hobbs, R. J. (ur.). *Key Topics in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 173-191.
6. Antrop, M., Van Eetvelde, V. (2000). *Holistic aspects of suburban landscapes: visual image interpretation and landscape metrics*. *Landscape and Urban Planning*. 50(1-3): 43-58.
7. Bastian, O. (2001). *Landscape Ecology - towards a unified discipline?* *Landscape Ecology*. 16(8): 757-766.
8. Benson, J. F., Roe, M. H. (2000). *The Scale and Scope of Landscape and Sustainability*. U: Benson, J. F., Roe, M. H. (ur.). *Landscape and Sustainability*. Spon Press, New York. 1-15.



9. Boothby, J. (2010). *An Ecological Focus for Landscape Planning*. Landscape Research. 25(3): 281-289.
10. Botequilha-Leitão, A., Ahern, J. (2002). *Applying Landscape Ecological Concepts*. Landscape and Urban Planning. 59(2): 65-93.
11. Butula, S. (2003). *Planning for sustainable development: the significance of different social interests in landscape*. Društvena istraživanja. 12(3-4): 427-441.
12. Butula, S., Andlar, G., Hrdalo, I., Hudoklin, J., Kušan, T., Kušan, V., Marković, B., Šteko, V. (2009). *Inventarizacija, vrednovanje i planiranje obalnih krajobraza Dalmacije. Područje estuarija Krke*. Projekt COAST Očuvanje i održivo korištenje biološke i krajobrazne raznolikosti na dalmatinskoj obali putem održivog razvitka obalnog područja. Naručitelj: UNDP/GEF, 2008. Izrađivači: OIKON Zagreb, Zavod za Krajobraznu arhitekturu i ukrasno bilje Agronomskog fakulteta, Urbanistički institut Ljubljana.
13. Cengiz, C. (2012). *Ecological Landscape Planning, with a Focus on the Coastal Zone*. U: Özyavuz, M. (ur.). Landscape Planning. InTech, Rijeka. 233-248.
14. Chapin III, F. S., Matson, P. A., Vitousek, P. M. (2011). *Landscape Heterogeneity*. U: Chapin III, F. S., Matson, P. A., Vitousek, P. M. (ur.). Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer, New York. 369-397.
15. Cook, E. A. (2002). *Landscape structure indices for assessing urban ecological networks*. Landscape and Urban Planning. 58(2-4): 269-280.
16. Crowe, S. (1967). *The Need for Landscape Planning*. U: Towards new Relationship of Man and Nature in Temperate Lands. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges. 14-20.
17. Crowe, S. (1969). *Landscape planning: a policy for an overcrowded world*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Lausanne.
18. Csorba, P., Szabó, S. (2012). *The Application of Landscape Indices in Landscape Ecology*. U: Tiefenbacher, J. (ur.). Perspectives on Nature Conservation - Patterns, Pressures and Prospects. InTech, Rijeka. 121-140.

19. Cushman, S. A., McGarigal, K., Neel, M. C. (2008). *Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency*. Ecological Indicators. 8(5): 691-703.
20. De Groot, R. (2006). *Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes*. Landscape and Urban Planning. 75(3-4): 175-186.
21. Fabos, J. G. (1985). *Land-Use Planning: From Global to Local Challenge*. Chapman and Hall, New York.
22. Farina, A. (1998). *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Chapman and Hall, London.
23. Forman, R. T. T. (1995a). *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge.
24. Forman, R. T. T. (1995b). *Some general principles of landscape and regional ecology*. Landscape Ecology. 10(6): 133-142.
25. Forman, R. T. T., Godron, M. (1981). *Patches and Structural Components for a Landscape Ecology*. BioScience. 31(10): 733-740.
26. Forman, R. T. T., Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*. John Wiley & Sons, New York.
27. Gibson, L., Lynam, A. J., Bradshaw, C. J. A., He, F., Bickford, D. P., Woodruff, D. S., Bumrungsri, S., Laurance, W. F. (2013). *Near-Complete Extinction of Native Fauna 25 Years After Forest Fragmentation*. Science. 341(6153): 1508-1510.
28. Gökyer, E. (2013). *Understanding Landscape Structure Using Landscape Metrics*. U: Özyavuz, M. (ur.). *Advances in Landscape Architecture*. InTech, Rijeka. 663-676.
29. Gustafson, E. J. (1998). *Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art?* Ecosystems. 1(2): 143-156.
30. Hackett, B. (1967). *Ecological principles and landscape planning*. U: *Towards a new Relationship of Man and Nature in Temperate Lands*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges. 98-108.

31. Harris, L. D., Kangas, P. (1979). *Designing future landscapes from principles of form and function*. U: Elsner, G. H., Swardon, R. C. (ur.). *Our National Landscape: Applied Techniques for Analysis and Management of the Visual Resource*. U. S. Forest Service, Washington, D. C. 725-729.
32. Hobbs, R. (1997). *Future landscapes and the future of landscape ecology*. *Landscape and Urban Planning*. 37(1-2): 1-9.
33. Holling, C. S., Goldberg, M. A. (1971). *Ecology and Planning*. *Journal of the American Institute of Planners*. 37(4): 221-230.
34. Hunziker, M., Buchecker, M., Hartig, T. (2007). *Space and Place – Two Aspects of the Human-landscape Relationship*. U: Kienast, F., Wildi, O., Ghosh, S. (ur.). *A Changing World: Challenges for Landscape Research*. Springer, Dordrecht. 47-62.
35. Jongman, R. H. G., Pungetti, G. (2004). *Introduction: ecological networks and greenways*. U: Jongman, R. H. G., Pungetti, G. (ur.). *Ecological Networks and Greenways: Concept, Design, Implementation*. Cambridge University Press, Cambridge. 1-6.
36. Jung, M. (2016). *LecoS — A python plugin for automated landscape ecology analysis*. *Ecological Informatics*. 31: 18-21.
37. Kirchoff, T., Trepl, L., Vicenzotti, V. (2013). *What is Landscape Ecology? An Analysis and Evaluation of Six Different Conceptions*. *Landscape Research*. 38(1): 35-51.
38. Kotliar, N. B., Wiens, J. A. (1990). *Multiple Scales of Patchiness and Patch Structure: A Hierarchical Framework for the Study of Heterogeneity*. *Oikos*. 59(2): 253-260.
39. Kragh, G. (1967). *The components of landscape planning: survey, analysis, evaluation, policy, design solution, implementation*. U: *Towards new Relationship of Man and Nature in Temperate Lands*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Morges. 90-95.
40. Laurance, W. F. (1991). *Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats*. *Biological Conservation*. 1(55): 77-92.

41. Lovejoy, T. E., Bierregaard Jr., R. O., Rylands, A. B., Malcolm, J. R., Quintela, C. E., Harper, L. H., Brown Jr., K. S., Powell, A. H., Powell, G. V. N., Schubart, H. O. R., Hays, M. B. (1986). *Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments*. U: Soulé, M. E. (ur.). *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. Sinauer Associates, Sunderland. 257-285.
42. Lu, J., Guldmann, J.-M. (2012). *Landscape ecology, land-use structure, and population density: Case study of the Columbus Metropolitan Area*. *Landscape and Urban Planning*. 105 (1-2): 74-85.
43. Makhzoumi, J. M. (2000). *Landscape ecology as a foundation for landscape architecture: application in Malta*. *Landscape and Urban Planning*. 50(1-3): 167-177.
44. Mander, Ü. (2008). *Landscape Planning*. U: Jørgensen, S. E. (ur.) *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier, Oxford. 2116-2126.
45. Marsh, W. M. (1991). *Landscape Planning: Environmental Applications*. John Wiley & Sons, New York.
46. Marušič, J. (1987). *Krajinsko planiranje*. Vtozd za agronomijo, Študij urejenja krajine, Ljubljana.
47. Marušič, J. (1993). *Conservation planning within a framework of landscape planning in Slovenia*. *Landscape and Urban Planning*. 23(3-4): 233-237.
48. Marušič, J., 1999. *Landscape Typology as the Basis for Landscape Protection and Development*. *Agriculturae conspectus scientificus*. 64(4): 269-274.
49. McGarigal, K., Marks, B. J. (1994). *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis.
50. McGarigal, K. (2015). *FRAGSTATS Help*. University of Massachusetts, Amherst.
51. McGarigal, K., Cushman, S. A., Ene, E. (2012). *FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst.

52. McHarg, I. L. (1969). *Design with Nature*. Natural History Press, New York.
53. Meinig, D. W. (1979). *The Beholding Eye: Ten Versions of the Same Scene*. U: Meinig, D. W. (ur.). *The Interpretation of Ordinary Landscapes: Geographical Essays*. Oxford University Press, New York. 33-48.
54. Murphy, M. D. (2005). *Landscape Architecture Theory: An Evolving Body of Thought*. Waveland Press, Inc., Long Grove.
55. Nassauer, J. I., Opdam, P. (2008). *Design in science: extending the landscape ecology paradigm*. *Landscape Ecology*. 23(6): 633-644.
56. Naveh, Z. (1987). *Biocybernetic and thermodynamic perspectives of landscape functions and land use patterns*. *Landscape Ecology*. 1(2): 75-83.
57. Naveh, Z., Lieberman, A. S. (1994). *Landscape Ecology - Theory and Application*. Springer-Verlag, New York.
58. Ndubisi, F. (2002). *Ecological Planning*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
59. O'Neill, R. V., Hunsaker, C. T., Timmins, S. P., Jackson, B. L., Jones, K. B., Ritters, K. H., Wickham, J. D. (1996). *Scale problems in reporting landscape pattern at the regional scale*. *Landscape Ecology*. 11(3): 169-180.
60. Opdam, P., Steingröver, E., van Rooij, S. (2006). *Ecological networks: A spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes*. *Landscape and Urban Planning*. 75(3-4): 322-332.
61. Pietsch, M. (2012). *GIS in Landscape Planning*. U: Özyavuz, M. (ur.). *Landscape Planning*. InTech, Rijeka. 55-84.
62. Prilog I., Pravilnik o popisu stanišnih tipova, karti staništa te ugroženim i rijetkim stanišnim tipovima. NN 88/14.
63. Rempel, R. S., Kaukinen, D., Carr, A. P. (2012). *Patch Analyst and Patch Grid, Ontario Ministry of Natural Resources*. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Ontario.

64. Steinitz, C. (2012). *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. Esri Press, Redlands.
65. Termorshuizen, J. W., Opdam, P., van Den Brink, A. (2007). *Incorporating ecological sustainability into landscape planning*. Urban Planning. 79(3-4): 374-384.
66. Tlapáková, L., Stejskalová, D., Karásek, P., Podhrázká, J. (2013). *Landscape Metrics as a Tool for Evaluation Landscape Structure – Case Study Hustopeče*. European Countryside. 5(1): 52-70.
67. Tomić, D. i Butula, S. (2011). *Spatial Development Potential*. Agriculturae Conspectus Scientificus. 76(2): 121-128.
68. Tomić, D., Žmire, A., Šekutor, M., Koščak Miočić-Stošić, V., Butula, S. (2015). *Landscape suitability evaluation as a tool for development and protection*. Dela. 55: 85-102.
69. Troll, C. (1950/2007). *The geographic landscape and its investigation*. U: Wiens, J. A., Moss, M. R., Turner, M. G., Mladenoff, D. J. (ur.). *Foundation Papers in Landscape Ecology*. Columbia University Press, New York. 71-101.
70. Troll, C. (1971). *Landscape ecology (geoecology) and biogeocenology: a terminological study*. GeoForum. 8: 43-46.
71. Turner, M. G. (2005). *Landscape Ecology: What Is the State of the Science?* Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. 36: 319-344.
72. Turner, M. G., Gardner, R. H., O'Neill, R. V. (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer, New York.
73. Turner, T. (1998). *Landscape Planning and Environmental Impact Design*. Routledge, Abingdon.
74. United Nations Conference on Environment and Development (1992). *Agenda 21 - Action Plan for the Next Century*. UNCED, Rio de Janeiro.
75. van Lier, H. N. (1998). *The role of land use planning in sustainable rural systems*. Landscape and Urban Planning. 41(2): 83-91.

76. Vos, C. C., Opdam, P., Steingröver, E. G., Reijnen, R. (2007). *Transferring ecological knowledge to landscape planning: a design method for robust corridors*. U: Wu, J., Hobbs, R. J. (ur.). *Key Topics in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 227-245.
77. Walz, U. (2011). *Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity*. *Living Reviews in Landscape Research*, 5(3).  
Dostupno na: <http://lrlr.landscapeonline.de/Articles/lrlr-2011-3/> (20.11.2015)
78. Walz, U. (2015). *Indicators to monitor the structural diversity of landscapes*. *Ecological Modelling*. 295: 88-106.
79. Wiens, J. A. (2005). *Toward a unified landscape ecology*. U: Wiens, J. A., Moss, M. R. (ur.). *Issues and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge. 365-373.
80. Wiens, J. A. (2009). *Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation*. *Landscape Ecology*. 24(8): 1053-1065.
81. Wiens, J. A., Van Horne, B., Noon, B. R. (2002). *Integrating landscape structure and scale into natural resource*. U: Liu, J., Williams, T. W. (ur.). *Integrating Landscape Ecology into Natural Resource Management*. Cambridge University Press, New York. 23-68.
82. Wu, J. (2006). *Landscape ecology, cross-disciplinarity, and sustainability science*. *Landscape Ecology*. 21(1): 1-4.
83. Wu, J. (2008). *Landscape Ecology*. U: Jørgensen, S. E. (ur.). *Encyclopedia of Ecology*. Elsevier, Oxford. 2103-2108.
84. Wu, J., Hobbs, R. J. (2007). *Perspectives and prospects of landscape ecology*. U: Wu, J., Hobbs, R. J. (ur.). *Key Topics in Landscape Ecology*. Cambridge University Press, New York. 3-8.
85. Zonneveld, I. S., 1989. The land unit — A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. *Landscape Ecology*. 3(2), pp. 67-86

## PREGLED SLIKA, GRAFIČKIH PRIKAZA I TABLICA

### Pregled slika

<b>Slika 1.</b> Granica obuhvata istraživanog područja .....	5
<b>Slika 2.</b> Obuhvaćeni stanišni tipovi za potrebe analize ranjivosti ekoloških kvaliteta krajobraza .....	9
<b>Slika 3.</b> Osnovni strukturni elementi krajobraza (Gökyer, 2013).....	21
<b>Slika 4.</b> Primjeri analize krajobraza prema modelu Formana i Godrona.....	22
<b>Slika 5.</b> Tri razine krajobraznih metrika .....	24
<b>Slika 6.</b> Zrnatost.....	25
<b>Slika 7.</b> Oblik .....	26
<b>Slika 8.</b> Područje jezgre .....	26
<b>Slika 9.</b> Kontrast .....	27
<b>Slika 10.</b> Agregacija.....	28
<b>Slika 11.</b> Raznolikost .....	29
<b>Slika 12.</b> Povezanost krajobrazne ekologije i krajobraznog planiranja .....	30
<b>Slika 13.</b> A., B., C., D. Usporedni prikaz vrijednosne karte ranjivosti iz prethodnog istraživanja (A.) s vrijednosnim kartama ranjivosti kvaliteta krajobraza iz ovog istraživanja (B. Pristup 1, C. Pristup 2, D. Pristup 3).....	36
<b>Slika 14.</b> A., B., C. Postotni udio nepromijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje .....	43
<b>Slika 15.</b> A., B., C. Postotni udio promjena/razlika površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na ocjene iz prethodnog istraživanja.....	44

### Pregled grafičkih prikaza

<b>Grafički prikaz 1.</b> Usporedni prikaz postotnih udjela površina svake ocjene (0 – 5) prethodnog istraživanja i postotnih udjela površina svake ocjene (0 – 5) tri različita pristupa iz ovog istraživanja .....	37
<b>Grafički prikaz 2.</b> Postotni udio nepromijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje .....	38
<b>Grafički prikaz 3.</b> Postotni udio promijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje .....	39



## Pregled tablica

<b>Tablica 1.</b> Usporedni prikaz postotnih udjela površina svake ocjene (0 – 5) prethodnog istraživanja i postotnih udjela površina svake ocjene (0 – 5) tri različita pristupa iz ovog istraživanja .....	37
<b>Tablica 2.</b> Postotni udio nepromijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje .....	38
<b>Tablica 3.</b> Postotni udio promijenjenih površina svake ocjene (0 – 5) pojedinog pristupa u odnosu na prethodno istraživanje .....	39
<b>Tablica 4.</b> Postotni udio promijenjenih i nepromijenjenih površina Pristupa 1 u odnosu na prethodno istraživanje .....	40
<b>Tablica 5.</b> Postotni udio promijenjenih i nepromijenjenih površina Pristupa 2 u odnosu na prethodno istraživanje .....	41
<b>Tablica 6.</b> Postotni udio promijenjenih i nepromijenjenih površina Pristupa 3 u odnosu na prethodno istraživanje .....	42

# **PRILOG I – Rezultati izračuna krajobraznih metrika za kriterije površina zakrpi, oblik zakrpi, količina jezgre, udaljenost zakrpi, prepreke, fragmentiranost krajobraza i prostorni raspored elemenata**

OBJECTID	NKS KOD	AREA <sup>2</sup>	SHAPE <sup>3</sup>	CORE <sup>4</sup>	ENN <sup>5</sup>	ED <sup>6</sup>	IJI <sup>7</sup>
8211	C.3.5.	8,325	1,306	26013,699	10914,43	0,091	0,00
8262	C.3.5.	14,535	1,354	63697,377	10431,00	0,125	11,70
8342	C.3.5.	14,228	1,264	67101,304	11933,80	0,115	26,89
8556	C.3.5.	66,781	1,271	493843,048	12653,82	0,251	27,07
8631	C.3.5.	18,405	1,228	103038,513	12439,92	0,127	19,38
10087	C.3.5./D.3.1.	25,920	1,202	161700,668	13309,13	0,148	22,20
10882	C.3.5./D.3.1.	26,078	1,490	138089,007	11471,38	0,184	20,40
12212	C.3.5./D.3.1.	85,456	1,715	585287,363	10550,75	0,383	25,26
12672	C.3.5./D.3.1.	13,905	1,270	65628,158	12739,80	0,114	13,33
13017	C.3.5./E.3.5.	19,215	1,095	115864,777	11403,17	0,116	24,59
13299	C.3.5./E.3.5.	13,185	1,230	61894,791	10392,80	0,108	11,91
13340	C.3.5./E.3.5.	17,325	1,182	95854,867	11333,20	0,119	0,00
13462	C.3.5./E.3.5.	15,480	1,406	66475,974	11613,83	0,134	0,00
13762	C.3.5./E.3.5.	32,804	1,551	186676,083	11933,80	0,215	20,55
14291	C.3.5./E.3.5.	11,340	1,523	38624,629	11434,22	0,124	23,29
14731	C.3.5./E.3.5.	0,728	1,621	42121,677	11220,17	0,033	0,00
15109	C.3.6.	52,376	2,206	265798,159	15224,60	0,386	10,95
15122	C.3.6.	99,020	1,522	734543,654	15240,50	0,366	33,29
15125	C.3.6.	19,673	1,568	85303,722	15125,50	0,168	10,87
15126	C.3.6.	30,654	1,737	156378,648	15183,00	0,232	17,30
15143	C.3.6.	23,946	1,710	110592,841	15159,33	0,202	0,00
15159	C.3.6.	396,896	4,042	2632152,370	15174,00	1,947	0,00
15174	C.3.6.	15,572	1,307	77610,846	15174,00	0,125	0,00
15182	C.3.6.	8,550	1,714	15703,188	15174,00	0,121	17,00
15205	C.3.6.	16,110	1,311	76878,385	15260,67	0,127	2,87
15206	C.3.6.	19,022	1,261	102177,842	15171,20	0,133	5,76
15211	C.3.6.	12,068	2,232	19866,007	15261,25	0,187	0,00
15240	C.3.6.	14,760	1,114	80721,953	15208,50	0,103	0,00
15251	C.3.6.	263,825	2,858	1850045,308	15251,00	1,122	34,05
15292	C.3.6.	7,920	1,321	24187,626	13030,60	0,090	0,00

<sup>2</sup> Patch Area (AREA) – površina zakrpi

<sup>3</sup> Shape Index (SHAPE) – kompleksnost oblika zakrpi, vrijednosti rastu bez ograničenja od 1, što ukazuje na povećanje kompleksnosti oblika, a ukoliko je vrijednost jednaka 1 znači da je zakrpa pravilnog kvadratnog oblika

<sup>4</sup> Core Area (CORE) – površina jezgre

<sup>5</sup> Euclidean nearest neighbor distance (ENN) – najkraća udaljenost između određene zakrpe i najbližeg susjeda

<sup>6</sup> Edge density (ED) – odnos dužine ruba (m) po jedinici površine (ha)

<sup>7</sup> Interspersion juxtaposition index (IJI) – bazira se na okolini pojedine zakrpe unutar neke klase, vrijednosti se približavaju 0 kada su zakrpe neke klase nejednako raspoređene unutar krajobraza, a približavaju se 100 kada su zakrpe unutar neke klase ravnomjerno raspoređene unutar krajobraza

OBJECTID	NKS KOD	AREA	SHAPE	CORE	ENN	ED	IJI
15298	C.3.6.	26,812	1,480	143652,130	15250,33	0,185	12,18
15306	C.3.6.	22,275	1,410	117546,790	15207,80	0,161	0,00
16722	D.3.1.	3,150	2,035	42121,677	16802,67	0,087	0,00
16725	D.3.1.	9,765	1,093	45994,911	16818,33	0,083	11,93
16775	D.3.1.	11,295	1,577	32419,120	16790,50	0,128	0,00
16783	D.3.1.	121,771	2,248	800546,716	16957,67	0,600	26,69
16841	D.3.1.	13,815	1,251	66041,256	16789,00	0,112	0,00
16894	D.3.1.	28,800	1,675	148861,975	16894,00	0,217	22,67
17056	D.3.4.	9,642	1,124	44172,795	17469,50	0,084	0,00
17112	D.3.4.	14,838	1,125	80558,352	17401,67	0,105	12,12
17115	D.3.4.	531,888	3,225	4091521,044	17115,00	1,798	48,75
17235	D.3.4.	525,736	2,051	4443726,442	17242,33	1,137	36,84
17423	D.3.4.	46,191	2,213	238852,860	17493,00	0,364	0,00
17563	D.3.4.	17,754	1,734	73692,236	17493,00	0,177	24,09
17589	D.3.4.	7,200	1,654	7004,207	17457,75	0,107	23,03
17833	D.3.4.	1923,053	3,895	16279805,144	17332,00	4,128	0,00
17855	D.3.4.	27,045	1,936	108200,435	17469,50	0,243	18,95
17861	D.3.4.	32,175	1,387	193042,481	17576,67	0,190	8,68
22126	E.3.5.	26,492	1,434	144326,387	23271,60	0,178	22,08
22367	E.3.5.	27,385	1,189	173891,264	23271,60	0,150	0,00
26018	E.8.1.	3,825	1,802	786,989	26426,50	0,085	22,26
26033	E.8.1.	21,334	1,262	123241,591	26650,17	0,141	18,93
26440	E.8.2.	17,370	1,944	54319,565	26446,50	0,196	21,88
26495	E.8.2.	16,941	1,793	48712,585	26495,00	0,178	0,00
26522	E.8.2.	15,075	1,263	76299,401	26510,00	0,118	0,00
26534	E.8.2.	8,235	1,319	24954,230	26426,50	0,092	0,00
26548	E.8.2.	4,065	1,373	5137,431	26548,00	0,067	12,43
26556	E.8.2.	0,838	1,440	42121,677	26579,33	0,032	0,00
26570	E.8.2.	7,245	1,344	18610,673	26482,17	0,087	25,04
26581	E.8.2.	26,056	1,260	157641,660	26676,75	0,155	0,91
26591	E.8.2.	17,379	1,326	89228,500	26600,00	0,134	0,00
26595	E.8.2.	27,194	1,536	154383,780	26600,00	0,194	15,85
26596	E.8.2.	54,607	2,050	304373,409	26662,40	0,366	24,18
26605	E.8.2.	21,735	2,109	74789,638	26664,00	0,238	17,09
26614	E.8.2.	17,384	1,148	100118,617	26600,00	0,116	0,00
26640	E.8.2.	39,203	1,543	237530,585	26920,00	0,233	18,90
26672	E.8.2.	49,725	1,531	315741,358	26800,86	0,261	22,04
26696	E.8.2.	153,396	1,718	1188427,341	26878,80	0,514	14,03
26718	E.8.2.	16,726	1,482	81192,232	26707,00	0,146	0,00
26720	E.8.2.	30,637	1,670	153536,887	27007,33	0,223	25,50
27223	E.9.2.	12,600	1,364	50987,470	25591,67	0,117	15,06
27266	E.9.2.	14,220	1,185	75043,836	27266,00	0,108	0,00
27336	E.9.2.	14,265	1,226	69915,612	27280,00	0,112	0,00

OBJECTID	NKS KOD	AREA	SHAPE	CORE	ENN	ED	IJI
27502	E.9.2.	18,090	1,456	82230,079	27474,00	0,150	0,00
27606	E.9.2.	11,604	1,231	52559,514	27007,33	0,101	0,00
29339	I.2.1.	30,735	1,111	207292,462	33780,25	0,149	12,38
29352	I.2.1.	9,055	1,218	35607,096	33780,25	0,089	14,76
29798	I.2.1.	47,520	1,486	304627,927	30818,00	0,248	9,43
29874	I.2.1.	13,590	1,470	50150,130	31854,17	0,131	0,00
29918	I.2.1.	12,240	1,469	43360,473	33344,17	0,124	21,88
30458	I.2.1.	27,720	1,617	138028,080	34215,60	0,206	18,04
30495	I.2.1.	15,083	1,768	45773,297	34611,33	0,166	11,12
30566	I.2.1.	10,665	1,498	30194,792	37307,60	0,118	23,71
32782	I.2.1.	14,445	1,792	39886,719	31854,17	0,165	0,00
36365	I.3.1.	18,540	1,345	93848,806	33415,33	0,140	24,54
36564	I.3.1.	22,770	1,403	119658,786	33780,25	0,162	10,83
36579	I.3.1.	2,925	1,151	4212,671	39438,33	0,048	0,00
37053	I.3.1.	223,177	2,949	1490312,698	35720,00	1,065	45,12
38738	I.5.1./I.5.2.	12,150	1,513	37976,970	34352,25	0,127	21,15
38741	I.5.1./I.5.2.	17,865	1,106	105170,427	33344,17	0,113	26,43
38810	I.5.1./I.5.2.	31,950	1,418	187266,128	38086,00	0,194	12,44
38842	I.5.1./I.5.2.	3,780	1,475	129,532	37274,00	0,069	15,92
39464	I.5.3.	51,615	1,925	284687,375	37720,63	0,334	3,13
39489	I.5.3.	12,375	1,122	63663,850	39316,25	0,095	0,00
39792	I.5.3.	8,431	1,267	29882,760	35526,14	0,089	11,93
39796	I.5.3.	2,880	1,175	3588,485	36061,25	0,048	9,86
39814	I.5.3.	8,730	1,135	37655,740	36622,78	0,081	11,82
39832	I.5.3.	24,390	1,534	123203,791	35246,10	0,183	27,64
39836	I.5.3.	2,790	1,224	1363,522	34196,00	0,049	3,32
39837	I.5.3.	5,445	1,187	14693,827	34196,00	0,067	22,14
40829	I.8.1.	2,745	1,137	3826,841	35486,67	0,046	0,00
41349	I.8.1.	4,050	1,172	8604,968	41350,33	0,057	14,21
8218	C.3.5.	5,613	2,534	3275,555	10838,40	0,145	19,64
8278	C.3.5.	80,731	1,785	535305,559	11543,43	0,388	29,07
8402	C.3.5.	17,910	1,306	90516,238	10971,13	0,134	18,92
11072	C.3.5./D.3.1.	4,860	1,227	10868,354	11514,44	0,065	0,00
12392	C.3.5./D.3.1.	46,080	2,063	233158,974	11288,43	0,338	26,41
12752	C.3.5./D.3.1.	85,802	3,112	409703,936	11861,00	0,697	20,04
12754	C.3.5./D.3.1.	1954,415	3,173	17090905,458	12208,00	3,391	2,65
13479	C.3.5./E.3.5.	37,845	1,666	210239,963	11761,10	0,248	30,62
14615	C.3.5./E.3.5.	8,722	1,395	24868,020	11144,13	0,100	19,53
14771	C.3.5./E.3.5.	8,910	1,801	15952,813	12439,92	0,130	16,03
15169	C.3.6.	27,501	1,301	164248,733	15187,00	0,165	26,00
15171	C.3.6.	81,425	2,018	537762,979	15221,00	0,440	0,00
15172	C.3.6.	6,170	1,923	5464,794	15171,50	0,115	0,00
15178	C.3.6.	17,055	1,758	60225,673	12739,80	0,175	18,52

OBJECTID	NKS KOD	AREA	SHAPE	CORE	ENN	ED	IJI
15181	C.3.6.	13,500	1,371	60238,765	15209,25	0,122	17,57
15233	C.3.6.	12,195	2,088	25018,125	15216,00	0,176	0,00
15273	C.3.6.	12,522	1,964	25047,973	15280,00	0,168	8,75
15277	C.3.6.	12,195	1,158	59334,210	15284,50	0,098	9,77
15286	C.3.6.	2,970	1,227	3007,861	15276,00	0,051	12,29
15315	C.3.6.	50,985	1,504	333089,994	15274,33	0,260	13,91
16737	D.3.1.	10,440	1,278	42701,409	16789,00	0,100	12,28
16738	D.3.1.	75,061	2,347	421107,669	16738,00	0,492	7,45
16792	D.3.1.	19,305	1,720	86684,925	16818,33	0,183	3,48
16805	D.3.1.	158,536	2,586	1043519,441	16843,50	0,787	13,69
16806	D.3.1.	18,495	1,522	83695,579	16790,50	0,158	0,00
16831	D.3.1.	13,635	2,314	26249,835	17060,25	0,207	11,86
16855	D.3.1.	15,930	1,914	45394,092	16797,75	0,185	15,03
16882	D.3.1.	12,330	1,660	36380,040	16843,50	0,141	11,40
16938	D.3.1.	19,845	1,409	98423,267	16818,33	0,152	10,31
17100	D.3.4.	76,456	2,355	444083,685	17100,00	0,498	32,48
17106	D.3.4.	47,610	1,970	254952,659	17463,00	0,329	16,31
17171	D.3.4.	1,754	1,380	42121,677	17422,50	0,044	18,01
17484	D.3.4.	185,354	2,711	1239089,613	17484,00	0,892	32,01
17537	D.3.4.	15,435	1,434	72026,675	17629,60	0,136	13,08
17538	D.3.4.	12,060	1,203	57470,254	17444,80	0,101	0,00
17553	D.3.4.	21,015	1,313	113129,144	17629,60	0,145	10,24
17597	D.3.4.	11,385	1,562	34985,665	17437,00	0,127	22,29
17598	D.3.4.	13,659	1,707	41256,408	17637,00	0,152	24,70
17599	D.3.4.	25,155	1,763	112157,427	17571,75	0,214	26,34
17670	D.3.4.	7,380	1,479	23150,628	17411,75	0,097	28,00
17674	D.3.4.	92,121	1,903	629847,113	17481,00	0,442	10,88
17709	D.3.4.	7,065	1,380	15627,280	17595,00	0,089	0,00
22032	E.3.5.	11,520	1,433	39374,030	22032,50	0,118	8,64
22033	E.3.5.	21,375	1,174	128384,448	23760,33	0,131	0,00
22347	E.3.5.	0,766	1,850	42121,677	23271,60	0,039	0,00
22438	E.3.5.	40,095	1,527	240818,711	26210,20	0,234	11,14
22477	E.3.5.	2,690	1,554	1216,963	23271,60	0,062	0,00
26453	E.8.2.	11,070	1,495	33846,424	26446,50	0,120	2,38
26498	E.8.2.	10,980	1,639	29807,399	26510,00	0,131	12,16
26584	E.8.2.	3,195	1,113	6183,294	26492,71	0,048	0,00
26589	E.8.2.	60,750	1,884	362168,974	26476,20	0,355	5,21
26598	E.8.2.	3,645	1,434	1981,570	26577,00	0,066	7,43
26652	E.8.2.	17,744	1,930	53029,097	26652,00	0,197	21,66
26654	E.8.2.	38,430	1,322	249673,684	26675,00	0,198	11,06
26656	E.8.2.	28,249	1,216	179027,864	26759,20	0,156	18,21
26693	E.8.2.	11,295	1,150	53630,141	26766,20	0,093	9,68
27105	E.7.4./E.3.5.	7,754	1,263	25997,724	25571,33	0,085	0,00

OBJECTID	NKS KOD	AREA	SHAPE	CORE	ENN	ED	IJI
27133	E.9.2.	124,591	2,451	786818,496	26793,75	0,661	19,69
27135	E.9.2.	20,014	1,373	105112,137	26775,75	0,148	0,00
27171	E.9.2.	25,509	1,776	114841,783	25571,33	0,217	11,65
27216	E.9.2.	9,810	1,757	18384,369	24624,50	0,133	0,00
27242	E.9.2.	4,481	1,754	2897,993	27242,00	0,090	0,00
27387	E.9.2.	16,470	1,616	59817,653	27365,00	0,159	15,79
27418	E.9.2.	8,415	1,627	16717,959	27280,00	0,114	4,50
27533	E.9.2.	21,195	1,524	97206,354	27401,60	0,170	12,18
27548	E.9.2.	10,800	1,317	41966,842	27322,17	0,105	26,94
29664	I.2.1.	9,090	1,657	26841,300	33415,33	0,121	11,98
30367	I.2.1.	20,115	1,289	108956,292	34625,78	0,140	10,41
30373	I.2.1.	8,820	1,248	33114,142	33310,00	0,090	10,48
30450	I.2.1.	37,791	2,273	169484,266	34196,00	0,338	31,96
30457	I.2.1.	19,755	1,967	59425,154	33310,00	0,211	19,87
30497	I.2.1.	80,392	1,655	564206,883	34488,00	0,359	0,00
30611	I.2.1.	19,395	1,138	114482,618	36445,80	0,121	18,85
30627	I.2.1.	68,041	1,583	466879,655	34811,57	0,316	24,26
34217	I.2.1./C.3.5.	10,305	1,438	32583,355	33415,33	0,112	17,53
34387	I.2.1./C.3.5.	5,490	1,210	14319,768	37229,80	0,069	11,43
36711	I.3.1.	4,590	1,859	3597,451	37616,17	0,096	0,00
36739	I.3.1.	3,060	1,258	2821,286	37616,17	0,053	12,42
37030	I.3.1.	5,187	1,302	12003,263	37274,00	0,072	18,29
38709	I.5.1./I.5.2.	12,195	1,415	45336,177	36861,50	0,119	0,00
38730	I.5.1./I.5.2.	26,783	1,456	148669,962	36622,78	0,182	26,61
38837	I.5.1./I.5.2.	7,290	1,363	19341,716	37274,00	0,089	11,30
39078	I.5.1./I.5.2.	24,075	1,348	134967,232	37307,60	0,160	18,53
39092	I.5.1./I.5.2.	4,365	1,282	6062,448	35688,00	0,065	0,00
39093	I.5.1./I.5.2.	5,220	1,174	14854,044	37307,60	0,065	6,91
39100	I.5.1./I.5.2.	51,525	1,990	281795,866	33310,00	0,345	25,34
39498	I.5.3.	36,855	1,374	230304,292	37616,17	0,202	27,16
39502	I.5.3.	5,490	1,142	17667,960	39267,00	0,065	0,00
39807	I.5.3.	5,714	1,218	16431,674	36226,63	0,070	7,95
39843	I.5.3.	3,015	1,083	5579,078	34611,33	0,045	7,37
39866	I.5.3.	13,567	1,601	47035,687	33780,25	0,143	0,00
40676	I.2.1./J.1.1./I.8.1.	3,150	1,401	944,634	40752,50	0,060	0,00
41070	I.8.1.	4,410	1,685	735,863	35892,25	0,086	0,00
41261	I.8.1.	4,275	1,436	5695,030	41280,25	0,072	9,11
41441	I.8.1.	22,590	2,550	42251,958	41350,33	0,293	15,42
42272	I.8.1.	4,185	1,316	7659,836	39425,50	0,065	0,00
42757	I.2.1./J.1.1./I.8.1.	3,960	1,202	6432,144	39113,00	0,058	12,72
8560	C.3.5.	31,500	1,286	197806,084	10991,40	0,175	21,75
12369	C.3.5./D.3.1.	20,295	1,509	91632,250	12390,00	0,164	9,77
8321	C.3.5.	29,250	1,514	156407,004	12063,00	0,198	0,00

OBJECTID	NKS KOD	AREA	SHAPE	CORE	ENN	ED	IJI
8414	C.3.5.	20,880	1,196	121506,034	11500,83	0,132	19,36
8417	C.3.5.	31,725	1,622	167453,610	11220,17	0,221	3,83
8522	C.3.5.	13,950	1,183	71268,485	10027,67	0,107	7,31
10622	C.3.5./D.3.1.	2988,579	5,585	24589334,136	9442,00	7,380	53,14
11137	C.3.5./D.3.1.	2,430	1,469	1224,984	11479,43	0,055	0,00
13129	C.3.5./E.3.5.	7,425	1,895	12615,844	11900,00	0,125	16,20
14501	C.3.5./E.3.5.	0,177	1,467	42121,677	13627,50	0,015	0,00
15129	C.3.6.	9,450	1,120	42484,071	15186,75	0,083	18,51
15164	C.3.6.	20,025	1,423	98223,177	12807,00	0,154	9,23
15215	C.3.6.	28,219	2,386	102884,781	15270,00	0,306	0,00
15269	C.3.6.	4,861	1,400	5433,274	15203,80	0,075	0,00
15294	C.3.6.	421,045	2,403	3364266,937	15210,33	1,192	33,55
15301	C.3.6.	11,520	1,468	38781,387	15231,75	0,120	0,00
15327	C.3.6.	7,012	1,922	8636,551	15313,33	0,123	0,00
15356	C.3.6.	36,336	2,072	177430,655	15261,25	0,302	0,00
16756	D.3.1.	9,855	1,192	42121,677	17437,00	0,090	0,00
17504	D.3.4.	57,731	2,086	317129,777	17457,75	0,383	24,03
17624	D.3.4.	14,169	1,225	70422,419	17482,33	0,111	14,91
17626	D.3.4.	19,980	1,316	109344,379	17573,00	0,142	25,00
17835	D.3.4.	179,493	2,230	1281128,243	17603,33	0,722	31,10
26677	E.8.2.	32,355	1,740	162367,016	26793,75	0,239	24,75
27038	E.7.4./E.3.5.	6,255	1,259	18690,723	27331,43	0,076	19,68
27041	E.7.4./E.3.5.	11,835	1,289	49712,440	23271,60	0,107	25,55
27060	E.7.4./E.3.5.	15,255	1,236	75813,939	27280,00	0,117	0,00
27114	E.7.4./E.3.5.	10,755	1,245	44027,503	25591,67	0,099	18,43
27497	E.9.2.	14,368	2,011	34051,652	26658,67	0,184	0,00
34475	I.2.1./C.3.5.	24,345	1,186	148769,728	37616,17	0,141	17,10
34476	I.2.1./C.3.5.	10,080	1,260	43669,143	37985,33	0,097	16,28
36723	I.3.1.	12,420	1,071	66186,944	39113,00	0,091	5,81
14678	C.3.5./E.3.5.	10,665	1,235	44852,240	12807,00	0,098	11,79
15337	C.3.6.	9,225	1,088	42608,918	15276,00	0,080	11,71
17869	D.3.4.	0,310	1,376	42121,677	17804,33	0,019	0,00
30012	I.2.1.	6,705	1,361	17844,015	33344,17	0,085	18,81
30113	I.2.1.	23,935	2,417	94502,293	36622,78	0,286	0,00
30195	I.2.1.	4,060	2,046	1692,125	36622,78	0,100	12,42
30243	I.2.1.	13,892	1,923	38582,332	36622,78	0,173	14,58
30345	I.2.1.	47,115	1,442	308246,682	35246,10	0,239	26,83
41115	I.2.1./J.1.1./I.8.1.	3,114	1,250	2650,585	35716,71	0,053	0,00
42496	I.2.1./J.1.1./I.8.1.	5,625	1,263	13612,345	40658,67	0,072	9,80

## PRILOG II – Rezultati izračuna krajobraznih metrika za kriterij raznolikost

KRAJOBRAZNO PODRUČJE	PR <sup>8</sup>
Prvić	16
Zlarin	15
Krapanj	1
Morinje - kanal	8
Morinje - Donje polje	28
Brodarica	7
Zablaće	18
Šibenski zaljev	38
Kanal sv. Ante	10
Srima - zaleđe	23
Kanjon rijeke Krke - Zaton	27
Zaleđe Zatona i Rasline	22
Područje Razor - Zekovac	10
Bilice - Prokljan - Raslina	56
Kanjon Guduće	8
Kanjon rijeke Krke - Skradin	14
Skradinsko polje	27
Područje Lozovac	10

---

<sup>8</sup> Patch richness (PR) – broj prisutnih tipova zakrpi



## ŽIVOTOPIS AUTORA

Ana Žmire rođena je 17.12.1982. godine u Zagrebu, gdje je završila osnovnu i srednju školu. Godine 2001. upisuje Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2003. godine upisuje Studij uređenja krajobraza na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, a 2007. godine prelazi na bolonjski sustav upisom Studija krajobrazne arhitekture na istom fakultetu.

Preddiplomski studij Krajobrazne arhitekture završava 2012. godine obranom Završnog rada pod naslovom *Biljni pročišćivači kao alternativni oblik odvodnje na javnim zelenim površinama*.

Za vrijeme diplomskog studija krajobrazne arhitekture, u znanstvenim časopisima *Geoadria* (Hrvatska) i *Dela* (Slovenija) kao suautor objavljuje radove predstavljene na međunarodnoj znanstvenoj konferenciji *Contemporary Development of European Rural Areas* (2014). Suautorskim radom sudjeluje na konferenciji *Prirodni resursi, zelena tehnologija i održivi razvoj* (2014), te na *Drugoj regionalnoj konferenciji o procjeni utjecaja na okoliš* (2015).

Radovima sudjeluje i na izložbama *Biskupski majur 19. stoljeća – Kampus za 21. stoljeće* (2014) u organizaciji Agronomskog i Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, te *Izložbi radova studenata krajobrazne arhitekture* (2015) u organizaciji Udruge studenata krajobrazne arhitekture u suradnji s Agronomskim fakultetom i Hrvatskim društvom krajobraznih arhitekata u sklopu manifestacije *Travanj – mjesec krajobrazne arhitekture*.

2014. godine kao suautor prima Dekanovu nagradu za rad pod naslovom *Primjena višekriterijske analize u određivanju pogodnosti prostora za razvoj poljoprivredne djelatnosti na širem području rijeke Krke*.

Tijekom studiranja sudjeluje u izvannastavnim aktivnostima kao demonstrator na modulima *Krajobrazna tehnika (BS)*, *Osnove krajobraznog planiranja (BS)* i *Krajobrazno planiranje (MS)*. U sklopu programa *International Master of Landscape Architecture* u organizaciji *Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen* stječe certifikate *Landscape Architecture and Climate Change* (2013), *International Perspectives on Planting Design* (2014) i *Green Infrastructure – Exploring the scope of an integrative concept* (2015), te u sklopu projekta *Cultural (garden) heritage as a focal point for sustainable tourism (CultTour)* stječe certifikat *Garden heritage conservation and tourism* (2014).